

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

**VARIAÇÕES GENÉTICAS PARA CARACTERES SILVICULTURAIS
EM PROGÊNIES E PROCEDÊNCIAS DE *Dipteryx alata* Vogel.**

DARLIN ULISES GONZALEZ ZARUMA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Câmpus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2014

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

**VARIAÇÕES GENÉTICAS PARA CARACTERES SILVICULTURAIS
EM PROGÊNIES E PROCEDÊNCIAS DE *Dipteryx alata* Vogel**

DARLIN ULISES GONZALEZ ZARUMA

Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2014

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

G643v Gonzalez Zaruma, Darlin Ulises, 1984-
Variações genéticas para caracteres silviculturais em
progênes e procedências de *Dipteryx alata* Vogel / Darlin
Ulises Gonzalez Zaruma. - Botucatu : [s.n.], 2014
viii, 53 f. : tabs., ils. color., grafs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014
Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes
Inclui bibliografia

1. Genética florestal. 2. Florestas - Melhoramento genético. 3. Plantas dos Cerrados. I. Moraes, Mario Luiz Teixeira de. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “VARIACÕES GENÉTICAS PARA CARACTERES SILVICULTURAIS EM
PROGÊNIES E PROCEDÊNCIAS DE *Dipteryx alata* Vogel”**

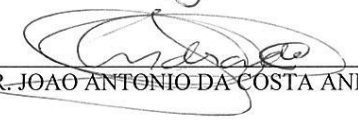
ALUNO: DARLIN ULISES GONZÁLEZ ZARUMA

ORIENTADOR: PROF. DR. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

PROF. DR. EDSON SEIZO MORI

PROF. DR. JOAO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

Data da Realização: 28 de fevereiro de 2014.

A Deus e á Virgem Maria del Cisne, que nós proporciona todos os dias o dom da vida ...

A minha mãe, uma verdadeira guerreira que com amor e ternura cuida de todos nós....

A minha avó Carmen (in memórian), pelo exemplo de vida e sua forma de me educar....

A meus queridos irmãos, Pablo e Lisbeth, e sobrinhas Karlita, Kelly, Doménica e Huguito

Andrés meu trabalho e ternura....

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Prof. Mario Luiz Teixeira de Moraes pelos ensinamentos transmitidos, conhecimento, experiências, paciência e amizade ao longo destes dois anos.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Botucatu, pela oportunidade da realização do curso de Mestrado.

Às senhoras Selma Buzetti, Toninha, Lourdes e toda sua família por todo o carinho, conforto e confiança nos momentos alegres e tristes de minha vida no Brasil.

Aos senhores Jose Cambuí, Alonso Silva, Alexandre Marques pela confiança, amizade e palavras que a gente não esquece no campo.

À Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnologia del Ecuador – SENESCYT pelo suporte financeiro na concessão da bolsa para que pudesse realizar meus estudos

Aos Ing. Ximena Aguirre e Hugo Plaza pelo apoio, carinho e confiança para continuar os estudos.

A todos os professores, funcionários da fazenda e colegas do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP.

À minhas amigas Silvelise, Marilia, Danilla, Francine, Cecilia, Keila, Giselle, Viviane, Taynara pela força, apoio e palavras de conforto naqueles dias tristes e alegres da minha vida no Brasil....valew!!!!.

Aos meus colegas de república e melhores amigos Deivid, Jose, Paulo, Bruno.

A todos os amigos de Botucatu, Ilha Solteira, Piracicaba e Loja que contribuíram direta ou indiretamente nesta experiência pessoal e profissional.

MUCHAS GRACIAS!

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	VII
Lista de Figuras.....	VIII
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	7
2.1 <i>Dipteryx alata</i> Vogel.....	7
2.1.1 Classificação da espécie.....	7
2.1.2 Área de ocorrência natural da espécie.....	7
2.1.3 Comportamento ecológico e botânico da espécie	8
2.1.4 Biologia Floral e sistema reprodutivo	9
2.1.5 Importância da espécie.....	9
2.2 Conservação e melhoramento genético em espécies arbóreas nativas.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Localização e caracterização das áreas experimentais	14
3.2 Estimativas dos parâmetros genéticos	16
3.3 Correlações Genéticas	18
3.4 Distância generalizada de Mahalanobis	18
3.3 Ganhos de seleção pelo índice multi-efeito	19
4. RESULTADOS E DISCUSÃO.....	21
4.1 Análises individuais	21
4.1.1 Sobrevivência (SOB)	21
4.1.2 Diâmetro a altura do peito (DAP)	23
4.1.3 Altura (ALT)	26
4.1.4 Diâmetro médio de Copa (DMC)	29
4.1.5 Forma do Fuste (FOR)	32
4.2 Correlações Genéticas	35
4.3 Agrupamento de dados	35
4.2 Análises conjunta	37
4.3 Ganhos na seleção	39
5. CONCLUSÕES.....	43

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44
7. APÊNDICE.....	52

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para diâmetro a altura do peito (DAP) em um teste de progênes/procedência de <i>Dipteryx alata</i> , aos nove anos em Selvíria-MS.....	25
Tabela 2. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para os caracteres altura total das plantas (ALT) em um teste de progênes/procedência de <i>Dipteryx alata</i> , aos nove anos em Selvíria-MS.....	28
Tabela 3. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para diâmetro médio de copa (DMC) em um teste de progênes/procedência de <i>Dipteryx alata</i> , aos nove anos em Selvíria-MS.....	31
Tabela 4. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para forma de fuste (FOR) em um teste de progênes/procedência de <i>Dipteryx alata</i> aos nove anos em Selvíria-MS.....	34
Tabela 5. Correlações genéticas entre os caracteres de crescimento em um teste de progênes/procedências de <i>Dipteryx alata</i> Vog., aos nove anos de idade no município de Selvíria, MS.....	35
Tabela 6. Formação de grupos com base no método de Tocher entres os caracteres DAP, altura total das plantas, diâmetro médio de copa, forma e sobrevivência em progênes/procedências de <i>Dipteryx alata</i> Vogel aos nove anos de idade, com base em Selvíria-MS.....	36
Tabela 7. Análise da razão de verossimilhança (LRT) para caracteres de crescimento em um teste de progênes/procedências de <i>Dipteryx alata</i> Vog., aos nove anos de idade no município de Selvíria, MS.....	37
Tabela 8. Estimativas de parâmetros genéticos e componentes de variância em um teste de progênes/procedência de <i>Dipteryx alata</i> Vog., aos nove anos de idade no município de Selvíria, MS.....	39
Tabela 9. Seleção para o caráter DAP (cm) em um teste de progênes/procedências de <i>Dipteryx alata</i> Vog., aos nove anos de idade no município de Selvíria, MS.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribuição geográfica do baru no Cerrado Restrito, em varias localidades no Bioma Cerrado (Ratter et al. 2000).....	8
Figura 2. Locais das populações estudadas e distribuição geográfica de <i>Dipteryx alata</i> no Bioma Cerrado (TARAZI et al. 2010).....	15
Figura 3. Distribuição da sobrevivência de <i>Dipteryx alata</i> , aos nove anos para as procedências de Brasilândia (A), Campina Verde (B) e Itarumã (C) em Selvíria-MS.....	22

RESUMO

Dipteryx alata é uma espécie arbórea que ocorre no Cerrado brasileiro e vem sendo ameaçada pela fragmentação desse bioma. Os frutos e as sementes são explorados pelo homem, sendo a espécie de interesse potencial para o melhoramento genético visando o plantio em larga escala, para a utilização em sistemas agroflorestais e silvipastoris e na recuperação de pastagens. O presente trabalho objetiva a caracterização quantitativa dos recursos genéticos da espécie com vistas à conservação e ao melhoramento genético. As mensurações de altura (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio de copa (DMC), forma do fuste (FOR) e sobrevivência (SOB), foram avaliados aos nove anos após o plantio do *Dipteryx alata*. Esses caracteres quantitativos foram avaliados pelo método REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada) em cada uma das populações isoladamente, com análise de correlações genéticas entre os caracteres estudados. Também foi obtida a divergência genética com base na distância generalizada de Mahalanobis. A avaliação destes caracteres evidenciou acurácias altas nas três procedências: Brasilândia-MS de 0,68 (SOB) a 0,87 (DMC); Campina Verde-MG de 0,66 (SOB) a 0,85 (DMC) e Itarumã-GO de 0,36 (SOB) a 0,92 (DAP), que permitem a utilização deste teste para programas de conservação e melhoramento genético. A maior correlação genética entre os caracteres nas três procedências foi entre o DAP x ALT, que ficou na média de 0,93. O método de otimização de Tocher, com base na distância de Mahalanobis evidenciou dois grupos nas

procedências de Brasilândia-MS e Campina Verde-MG e seis grupos para a procedência de Itarumã-GO. Na análise conjunta verificou-se variação genética entre progênies dentro das procedências e entre procedências, o que realça a importância do teste instalado em Selvíria-MS. Com base na proposta de se fazer um desbaste de 33,33% (2:6) das plantas por parcelas dentro de cada uma das procedências, verificou-se ganhos estimados de 3,18% (Brasilândia-MS); 5,75% (Campina Verde-MG) e 12,64% (Itarumã-GO) para o caráter DAP. Existe variabilidade genética suficiente entre e dentro das procedências para a condução de programas de conservação de recursos genéticos e melhoramento do baru.

Palavras chave: baru, recursos genéticos florestais, ganho genético.

GENETIC VARIATION FOR SILVICULTURAL CHARACTERS IN PROGÊNIES AND PROVENANCES OF *Dipteryx alata* VOGEL. Botucatu, 2013, 61f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: DARLIN ULISES GONZALEZ ZARUMA

Adviser: MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

SUMARY

Dipteryx alata is a tree species occurring into the Brazilian Cerrado vegetation that has been threatened by intense fragmentation. Fruits and seeds are exploited by man, the species is potential for genetic breeding for planting on large scale in agroforestry and silvipastoril systems, and pasture recovery. The present work aims the quantitative characterization of genetic resources for germplasm preservation and breeding program of *Dipteryx alata*. Measurements of height (H), diameter at breast height (DBH), average of crown diameter (ACD), stem form (FOR) and survival (SUR) were evaluated by the nine years old after planting of *Dipteryx alata*. These quantitative traits were assessed by REML / BLUP (restricted maximum likelihood / best linear prediction) for all three populations individually with analysis of genetic correlations between traits. Genetic divergence based on the Mahalanobis distance was also obtained. The assessment of these

characters showed accuracies in Brasilândia-MS of 0.68 (SUR) to 0.87 (ACD); Campina Verde-MG 0.66 (SUR) to 0.85 (ACD) and Itarumã-GO 0.36 (SUR) to 0.92 (DBH) that allow the use of this trial for conservation and breeding programs. The largest genetic correlation between characters in three provenances was between DAP x ALT, was 0,93. The Tocher optimization method based on the Mahalanobis distance showed two groups in Brasilândia-MS and Campina Verde-MG, and six groups in Itarumã-GO. The joint analysis showed genetic variation among families within and among provenances, which highlights the importance of the trial set up in Selvíria-MS. Based on the proposal to make a thinning of 33,33% (2,6) for the offspring plants within each of the origins there was gain of 3,18 % (Brasilândia-MS), 5,75 % (Campina Verde-MG) and 12,64 % (Itarumã - GO) for DAP. There are sufficient genetic variation to carry out germplasm presentation and genetic breeding programs for *Dipteryx alata*.

Keywords: baru, forest genetic resources, genetic gain.

1. INTRODUÇÃO

O processo de fragmentação florestal isola e reduz o tamanho das populações e, conseqüentemente, a sua diversidade genética e o potencial adaptativo das espécies arbóreas ali presentes, tornando-as, significativamente mais vulneráveis a eventos ambientais, demográficos e genéticos (BATISTA et al. 2012).

A conservação dos recursos genéticos, mesmo para aquelas populações que apresentam alta taxa de variabilidade genética e estão fora da lista de espécies ameaçadas de extinção, é de suma importância para as futuras gerações, no que diz respeito ao melhoramento da espécie e ao aproveitamento de genes de interesse específico (FREITAS et al. 2006). *D. alata* esta na lista de espécies que correm perigo de extinção, raras ou ameaçadas de extinção no estado de São Paulo e no Distrito Federal respectivamente. (ITOMAN et al. 1992) daí aquisição de conhecimentos acerca dos parâmetros genéticos de uma determinada espécie nativa proporciona inúmeras contribuições para o aprimoramento de estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* (BATISTA et al. 2012).

Dipteryx alata é conhecida principalmente por sua amêndoa, que apresenta elevados teores de proteínas e lipídios, assim como, potássio, fósforo, enxofre e ferro, sendo uma importante fonte para complemento alimentar no período da estiagem do gado. Possui mercado expressivo no Estado de Goiás e grande potencial

produtivo no Cerrado (VERA et al. 2009a). Em sistemas agroflorestais é uma espécie recomendada para sistema silvipastoril, na arborização de pastagem, em pequenos bosques, servindo tanto como alimento quanto para sombra para os animais (PEREIRA, 1983). Além disso, a madeira da espécie apresenta alta densidade, compacta e com alta durabilidade (VERA et al. 2009b) com valores entre 0,80 a 1,10 g/cm³ (LORENZI, 1992; PAULA, 1999; NETO et al. 2008). Sendo muito utilizados para postes, moirões, esteios, estacas, dormentes, vigas, caibros, ripas, batentes de porta, entre outros.

Estudos fenotípicos e genotípicos entre e dentro de populações, para diferentes características, são as formas mais apropriadas para quantificar a estrutura genética de uma espécie, desde que as sementes colhidas de indivíduos e, ou, populações representativas sejam testadas em condições de laboratório, viveiro ou campo, com o controle dos efeitos ambientais a partir de delineamentos experimentais adequados, como é o caso dos ensaios de progênies ou procedências (KAGEYAMA e DIAS, 1985). Portanto, é possível manter os níveis de variabilidade genética das populações a partir da conservação *ex situ* da espécie, que é uma prática recomendável para ampliação e manutenção da variabilidade genética (SEBBENN & ETTORI, 2001).

A hipótese do trabalho é que existe variabilidade genética em diferentes populações de *Dipteryx alata* suficientes para a implantação de programas de conservação de germoplasma e de melhoramento genético da espécie. Portanto o presente trabalho teve como objetivo verificar si existe variabilidade genética nas populações para orientar ações de conservação e melhoramento; e estimar os ganhos com seleção por meio do índice Multi-Efeito, efetuando o desbaste de 33,3% de indivíduos por progênies com a transformação do teste de progênies/procedências em um Pomar de Sementes por Mudas.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 *Dipteryx alata* Vogel

2.1.1 Classificação da espécie

O baru (*Dipteryx alata*) pertence à família Fabaceae, leva vários nomes vulgares de acordo com o local de ocorrência, como: barujo em Mato Grosso, baruzeiro no Distrito Federal, cumaru na Bahia e São Paulo, cumbaru em Goiás e Mato Grosso do Sul, almendrillo na Bolívia e congrio, na Colômbia (CARVALHO, 2003).

Sua etimologia vem de *Dipteryx*: duas asas, que se refere ao cálice e *alata*: relaciona-se com o pecíolo e a raque que são alados e a palavra baru vem do tupi “mbore” que significa excitar a língua (SILVA & EGITO, 2005).

2.1.2 Área de ocorrência natural da espécie

O *Dipteryx alata* ocorre naturalmente associado ao gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*), jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) e sucupiras (*Bowdichia virgilioides* e *Pterodon pubescens*) no Cerradão (Floresta Esclerófila), onde pelo processo de abertura de novas fronteiras agrícolas nos anos 70 e

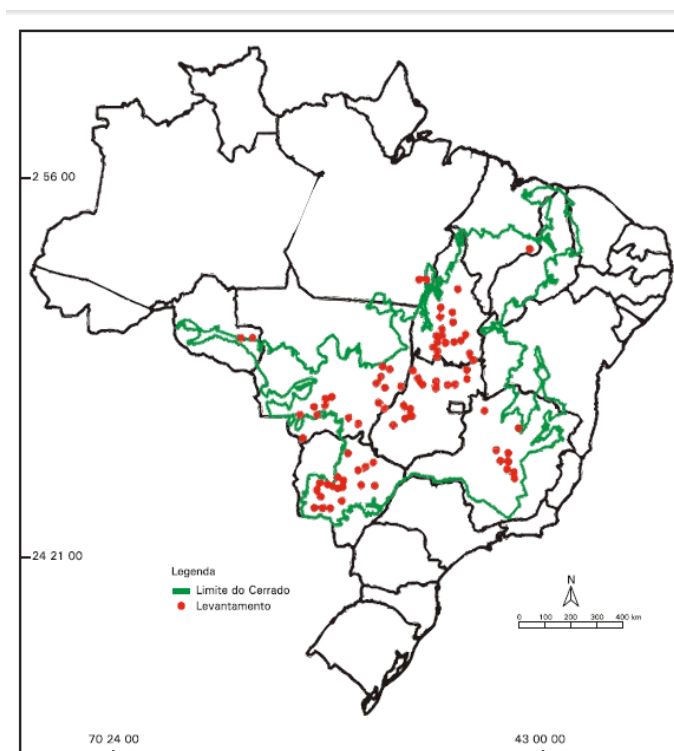
80 implicou em retirada drástica da vegetação natural (BOURLEGAT, 2003).

A distribuição natural do baru é ampla no Brasil, pois foi observado em Cerradão nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso em 28% das 316 áreas de Cerrado Sentido Restrito amostradas. Além disso, essa espécie pode ser encontrada também no Paraguai e nas cercanias do complexo do Pantanal.

Esta espécie tem preferência por locais com solos bem drenados e pela fitofisionomia de Cerradões, apresentando distribuição irregular na paisagem, podendo às vezes formar grandes agrupamentos homogêneos (VERA et al. 2009b).

Na figura 1, indica-se a ocorrência natural do baru em 84 localidades, em oito estados de forma rara ou ocasional. A ocorrência é esparsa nos estados de Tocantins, Goiás e Mato Grosso do Sul, enquanto no Mato Grosso, concentra-se ao sul e leste do estado (RATTER et al. 2000).

Figura 1. Distribuição geográfica do baru no Cerrado Restrito, em varias localidades no Bioma Cerrado (RATTER et al. 2000).



2.1.3 Comportamento ecológico e botânico da espécie

A árvore é heliófita, altura média até 25 metros podendo atingir 70

cm de diâmetro, e com vida útil em torno de 60 anos. Com copa densa e arredondada, de 6 a 11 m de diâmetro, apresenta crescimento rápido, sendo importante para fixação de carbono da atmosfera. Tem sua primeira frutificação com cerca de seis anos, sendo este período bastante variado em função das condições de solo e água.

Possui safra intermitente com variações bruscas de intensidade de produção de frutos de um ano para o outro. Para efeitos práticos, no que diz respeito à utilização comercial, apresenta uma safra produtiva a cada dois anos. Uma árvore adulta produz cerca de 150 kg de fruto por safra produtiva. Possui apenas uma semente por fruto, do qual pode se aproveitar a polpa, o endocarpo e a semente (amêndoa) (CARRAZA; ÀVILA, 2012).

2.1.4 Biologia Floral e sistema reprodutivo

D. alata é alógama, floresce uma vez por ano, na estação chuvosa (4-6 meses) e o pico de frutificação ocorre na estação seca. A espécie apresenta variação na intensidade de floração e frutificação entre os anos. As inflorescências são panículas terminais que contém em média 116 botões, diariamente abrem em média 17 flores por inflorescência e 2350 flores por indivíduo. As flores são zigomorfas, papilionáceas, hermafroditas, relativamente pequenas (1,30 cm de comprimento), odoríferas, diurnas e duram até 10 horas. O estigma é recoberto por uma película que limita a autopolinização espontânea, por tanto impedindo a aderência do pólen, as flores são de quilha e possui mecanismo de polinização intermediário entre os tipos explosivo e valvular. As anteras são dorsifixas, rimosas e apresentam pólen com viabilidade em torno de 94,4%.

A abelha solitária *Xylocopa suspecta* é o principal polinizador, pois visita elevado número de flores, de modo adequado e em curto período de tempo. Além disso, os indivíduos desta espécie são os primeiros a visitar as flores (OLIVEIRA et al. 2008).

2.1.5 Importância da espécie

A madeira da espécie apresenta alta densidade, compacta e com alta durabilidade (VERA et al. 2009b) com valores entre 0,80 a 1,10 g/cm³ (LORENZI, 1992; PAULA, 1999; NETO et al. 2008). Por isso é muito utilizada para construção de estruturas externas: postes, moirões, esteios, estacas, dormentes, vigas, caibros, ripas,

batentes de porta, para construção civil e naval, entre outros usos (LORENZI, 1992). A partir do estudo anatômico nas amostras de madeira coletadas em árvores de *D. alata* (DAP:17cm) na vegetação do Cerrado no Maranhão verificou-se que esta espécie é auspiciosa para produção de carvão e lenha (PAULA, 1999). Andrade et al. (1996), com base no estudo da madeira de árvores de 18 anos de idade, recomenda a utilização de celulose de Baru, de forma isolada ou consorciada á celulose de Eucalipto, para a confecção de papeis de impressão rápida e para a produção de papeis de embrulho e de embalagens. Os tons amarelados e claros da madeira de *Dipteryx* spp. e a trabalhabilidade da mesma tem potencial para fabricação de arcos para músicos profissionais (LONGUI et al. 2011). Com o objetivo de avaliar a durabilidade natural de 20 espécies madeireiras brasileiras, Rocha et al. (2000) indica que a durabilidade média de *D. alata* é de 9 anos e, nos ensaios de laboratório mostraram-se altamente resistente a cupins.

O aproveitamento de sementes de *Dipteryx alata* na forma de salgadinhos, bombons, paçoquinha, pé-de-moleque e outros doces (ALMEIDA, 1998) tem uma elevada importância, pois é uma fonte alimentar alternativa rica, e pela semente possuir 29% de proteína, 40% de lipídios, 19% de fibra total e 7,28% de açúcares totais (TOGASHI, 1993). Canuto et al. (2008) comprovaram que as amêndoas torradas de baru originadas de três regiões do Cerrado apresentaram boa aceitação entre os provadores o que indica boas perspectivas para consumo e produção de amêndoas torradas de baru. Diante da fragmentação da vegetação remanescente, tem-se a necessidade de realizar o aproveitamento da ampla diversidade do Cerrado pela exploração de produtos não madeireiros. Organizações como a Rede de Comercialização Solidária de agricultores Familiares e Extrativistas do Cerrado faz o aproveitamento do fruto do baru, produzindo a castanha de baru, a farinha de baru, (utilizada na merenda escolar de Goiânia desde 2001), o biscoito e as granolas; do resíduo (endocarpo do fruto de baru), obtém-se o carvão ecológico (SILVA & EGITO, 2005). A polpa do fruto pode ser aproveitada como ração animal, bem como fertilizantes, a semente pode ser empregada no balanço de ração dietética (VALLILO et al. 2001), o óleo da semente pode ser usado para fins comestíveis ou como matéria- prima para indústria farmacêutica e oleoquímica (TAKEMOTO et al. 2001).

Em sistemas agroflorestais é uma espécie recomendada para sistema silvipastoril, na arborização de pastagem, em pequenos bosques e servindo tanto como alimento quanto para sombra dos animais (PEREIRA, 1983). Também pode ser

plantado em praças, áreas de lazer e na arborização urbana. Montoya et al. (1994) diz que entre as características desejáveis para árvores que vão compor sistemas silvipastoris, destacam-se: adaptação as condições ecológicas da área (fertilidade de solo, regime de chuvas e de seca, excesso de alumínio, encharcamento, entre outros), compatibilidade com os demais componentes do sistema (sem partes tóxicas para o gado e sem efeitos alelopáticos, por exemplo), perenifólias, de crescimento rápido, tronco sem ramificações laterais (fuste reto) em condições de campo e céu aberto, resistentes ao vento (raízes profundas), capacidade de rebrota, silvicultura conhecida, capacidade de fixar nitrogênio, e possibilidade de fornecer alimentos

Pott e Pott (2004) ressaltam que *D. alata*, e algumas outras espécies como jenipapo, jatobá e pequi já começam a ser cultivadas no Centro Oeste, e poderão ter potencial de domesticação para aproveitamento econômico. Segundo Silva et al. (1997) o cultivo não é realizado em larga escala, em espécies do Cerrado, devido ao pouco conhecimento sobre produtividade, técnicas de cultivo, crescimento, desenvolvimento e da variabilidade genética natural disponível para o melhoramento.

2.2. Conservação e melhoramento genético em espécies arbóreas nativas

Segundo Kronka et al. (2005) houve uma drástica redução (88,5%), das áreas de cerrado no Estado de São Paulo, no período de 1962 a 2000-2001, verificando-se que os remanescentes acham-se divididos em 7.505 fragmentos. Estes fragmentos remanescentes de vegetação natural em paisagens antropizadas sofrem ameaças permanentes, devido aos efeitos de borda e às atividades antrópicas nas áreas limítrofes (DURIGAN et al. 2007).

Os principais efeitos da redução e fragmentação de populações naturais são a ocorrência de endogamia, o distanciamento entre indivíduos reprodutivos, a diminuição do fluxo gênico e o aumento da divergência genética entre as populações remanescentes de espécies arbóreas. Portanto, o conhecimento da variabilidade genética nessas populações é importante para se estabelecerem estratégias de conservação das espécies e ecossistemas, além de orientar programas de coleta de material para banco de germoplasma e produção de mudas para os programas de reflorestamento (KAGEYAMA et al. 1998).

Padrões da variabilidade genética podem servir de modelo para a

geração de programas de conservação e melhoramento genético. Canuto et al. (2008) nos frutos de *D. alata* que foram utilizados para instalar o presente trabalho verificou a existência de variação genética significativa entre e dentro das populações naturais de *D. alata*, indicando a possibilidade de se-obterem ganhos genéticos com a seleção. A maior parte da diversidade genética encontra-se dentro das populações e as três populações apresentam diversidade genética para a conservação *ex situ*, cuja amostragem deve ser feita dentro das populações, utilizando um grande número de árvores e sementes por árvores. Soares et al. (2008), com base em 45 locos de RAPD, obteve 88% de variabilidade genética no componente intrapopulacional.

Corrêa (1999), avaliando a distribuição da variabilidade genética em populações de baru no estado de Goiás, encontrou que a maior proporção da variabilidade foi observada entre plantas, dentro de regiões. Pádua et al. (1998) estimaram o coeficiente de endogamia por marcadores RAPD em três populações de baru, e verificaram que a taxa de cruzamento variou consideravelmente entre as populações, sugerindo que a espécie apresenta alogamia parcial. Siqueira et al. (1993) estudando cinco procedências, já haviam verificado a alogamia na espécie do baru e também evidenciado a existência de variação mais acentuada dentro de progênies.

Em estudos realizados com marcadores microssatélites, Tarazi et al. (2010) afirmaram que as populações estudadas de baru tinham um alto grau de diversidade genética e estruturação populacional, como sugerido pelo alto nível de divergência entre as populações. A estimativa taxa de fecundação cruzada sugeriu um sistema misto de reprodução, e o índice de fixação intrapopulacional foi influenciado pela estrutura espacial genética. Concluíram que a coleta de sementes para conservação genética e programas de melhoramento exige uma distância mínima entre as árvores de 196 m para evitar a coleta de sementes de árvores relacionadas.

Segundo os resultados obtidos por Nabout et al. (2010) em base a a técnicas de modelagem de nicho, estabelece que a melhor estratégia de conservação *in situ* de *D. alata* no Cerrado brasileiro na região centro-oeste do bioma Cerrado. A estratégia de conservação *ex situ* e melhoramento deve ser guiada pelos níveis de diversidade genética e adaptação local, de modo a evitar problemas relacionados à má adaptação (McKAY et al. 2005). Canuto (2008) estudou três populações de *D. alata*, relatou que as populações avaliadas tem potencial para a conservação *ex situ*, devido à diversidade genética que garante a sobrevivência da espécie em situações de transformações do ambiente.

O melhoramento de espécies nativas apresenta, sobretudo, uma importância ecológica muito grande para os ecossistemas de que participam e, muitas vezes, não se adequam a plantios puros. Entretanto, a conservação genética destas espécies demanda maior interesse do que o próprio melhoramento genético. Portanto, deve-se 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 (KAGEYAMA, 1990; RESENDE, 1999; SEBBENN, 2003).

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 (KEIDING, 1976; SAMPAIO et al. 2000; AGUIAR, 2004).

As estimativas dos parâmetros genéticos permitem o conhecimento das magnitudes das variâncias genéticas aditivas, fenotípicas da característica avaliada e de sua herdabilidade (CARNEIRO et al. 2004). Segundo Cruz e Carneiro (2003), o sucesso do melhoramento de plantas para alguma característica exige, como regra, que seja herdável e com presença de variação na população sob seleção. Portanto, a herdabilidade é um parâmetro muito importante para o melhorista, permitindo a estimativa da porção hereditária da variação fenotípica, a estimativa de ganho genético e a escolha dos métodos de seleção a aplicar (REIS et al. 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

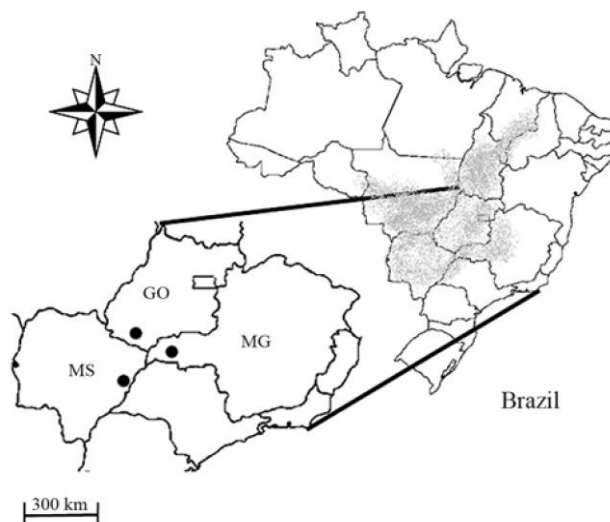
3.1 Localização e caracterização das áreas experimentais

A partir de frutos coletados em três populações naturais (Brasilândia-MS), Campina Verde-MG e Itarumã-GO) de *Dipteryx alata* na região do Cerrado (Figura 2) com perturbação antrópica em áreas destinadas a produção pecuária, onde as matrizes são remanescentes da vegetação natural (CANUTO et al. 2008), foi instalado um teste de progênes/procedência.

O teste de progênes/procedências foi instalado em 19 de abril de 2004 na fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, localizada na margem direita do rio Paraná, no município de Selvíria-MS (20°19'S, 51°26'W), altitude média de 335 metros. O clima da região é classificado segundo Koppen, como do tipo Aw (HERNANDEZ et al. 1995). Temperatura média anual de 22,4°C, sendo a média dos meses mais quentes (setembro, outubro, novembro e dezembro) de 32,47°C e dos meses mais frios (maio, junho, julho e agosto) de 15,49°C; precipitação média anual registrada foi de 1354 mm, e umidade relativa média anual 72,07% (DAMIÃO et al. 2010). Demattê (1980) caracterizou o solo original local como sendo do tipo Latossolo Vermelho Escuro álico com textura média (20-35% argila) muito profundo, rico em sesquióxidos. A sua fração argila é de baixa atividade e denominada essencialmente pela gisbsita e

caulinita. Pela nomenclatura atual em nível de sub-ordem é classificado como Latossolo Vermelho distrófico argiloso (EMBRAPA, 1999)

Figura 2. Locais das populações estudadas e distribuição geográfica de *Dipteryx alata* no Bioma Cerrado (TARAZI et al. 2010).



O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos completos casualizados. Foram utilizadas cinco repetições e seis plantas por parcela, na forma linear, no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m. O número de progênies por procedência foi de 39 (Brasilândia-MS), 42 (Campina Verde-MG) e 16 (Itarumã-GO) (Apêndice 1).

Foram avaliados os seguintes caracteres: i) altura total de plantas (ALT, m) utilizando-se o hipsômetro *Forestor Vertex*; ii) diâmetro a altura do peito (DAP, cm), usando uma trena para obtenção da circunferência a 1,30 m do solo e depois foi calculado o DAP, conforme a expressão: $DAP = CAP/\pi$; iii) diâmetro médio da copa (DMC, m), obtido a partir da média entre as medidas da projeção da copa na linha (L) e nas entre linhas (E) do plantio, conforme a expressão: $DMC = (L + E)/2$; iv) Forma do fuste (FOR) avaliada por atribuição de notas (Apêndice 2) segundo Guerra et al. (2009), de acordo com a sua arquitetura e número de bifurcações apresentadas até 2,20 metros (escala de 1 a 5), v) sobrevivência (SOB), atribuindo-se o valor “1” para presença da planta e “0” para a sua ausência.

3.2 Estimativas dos parâmetros genéticos

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 (2007a).

Em cada uma das populações as variáveis quantitativas foram analisadas pela metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado) – REML/BLUP, aplicado aos testes de progênies de polinização aberta (assumindo progênies de meios-irmãos), delineamento em blocos ao acaso, várias plantas por parcela, seguindo o procedimento proposto por Resende (2002 e 2007b):

$$y = Xr + Za + Wp + \varepsilon$$

em que: “y” é o vetor de dados, “r” é o vetor dos efeitos de repetições (assumidos como fixos) somados a média geral, “a” é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios), “p” é o vetor dos efeitos de parcelas (aleatórios), “ε” é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (Modelo 93).

As estimativas dos parâmetros genéticos tiveram por base as seguintes expressões:

i) Variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$):

$$\hat{\sigma}_a^2 = [\hat{a}' A^{-1} \hat{a} + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr} (A^{-1} C^{22})] / q;$$

ii) Variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_c^2$):

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

iii) Variância residual (ambiental + não aditiva) ($\hat{\sigma}_e^2$):

$$\hat{\sigma}_e^2 = [y'y - \hat{r}' X'y - \hat{a}' Z'y - \hat{c}' W'y] / [N - r(x)];$$

em que: A: matriz de parentesco genético aditivo; c efeitos de parcela; C^{22} e C^{33} vem da inversa de C; C: matriz dos coeficientes das equações do modelo misto; *tr*: operador traço matricial; *r(x)*: posto da matriz X; N, q, s: números de dados, de indivíduos e de parcelas, respectivamente.

iv) Variância fenotípica individual ($\hat{\sigma}_f^2$):

$$\hat{\sigma}_f^2 = \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2;$$

v) Herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos:

$$\hat{h}_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_f^2};$$

vi) Herdabilidade e, nível de medias de progênes:

$$\hat{h}_m^2 = \frac{(1/4)\hat{\sigma}_a^2}{(1/4)\hat{\sigma}_a^2 + \frac{\hat{\sigma}_c^2}{r} + \frac{(0,75\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2)}{nr}};$$

em que n é o número de plantas por parcela e r o número de repetições.

vii) Herdabilidade aditiva dentro de parcela em sentido restrito:

$$\hat{h}_{ad}^2 = \frac{0,75\hat{\sigma}_a^2}{0,75\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2};$$

viii) Coeficiente de variação genética aditiva individual:

$$CV_{gi}(\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2}}{\hat{m}} 100;$$

em que $\hat{m}$ é a média geral do caráter.

ix) Coeficiente de variação genotípica entre progênes:

$$CV_{gp}(\%) = \frac{\sqrt{0,25\hat{\sigma}_a^2}}{\hat{m}} 100;$$

x) Coeficiente de variação experimental:

$$CV_e(\%) = \frac{\sqrt{[(0,75\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2)/n] + \hat{\sigma}_c^2}}{\hat{m}} 100;$$

xi) Coeficiente de variação relativa:

$$CV_r = \frac{CV_{gp}}{CV_e};$$

xii) Acurácia da seleção de progênes, assumindo sobrevivência completa:

$$r_{aa} = \sqrt{\hat{h}_m^2};$$

xiii) Coeficiente de determinação dos efeitos de parcela ($\hat{C}_p^2$):

$$\hat{C}_p^2 = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_f^2}$$

3.3 Correlações genéticas ($\hat{r}_{x,y}$):

As correlações genéticas entre os caracteres foram estimadas para determinar a relação entre elas, empregando-se o *software* genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP, desenvolvido por Resende (2007a) (Modelo 102).

$$\hat{r}_{x,y} = \frac{COV_{a(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{a(x)}\hat{\sigma}_{a(y)}}}$$

3.3 Distância generalizada de Mahalanobis (D^2):

A diversidade genética entre as progênies foi estimada usando-se a Distância Generalizada de Mahalanobis (D^2) (Modelo 104).

$$D_{ii'}^2 = \delta' \psi^{-1} \delta';$$

em que: $D_{ii'}^2$ é a distância de Mahalanobis entre os genótipos i e i' ; ψ é a matriz de variâncias e covariâncias residuais; $\delta' = [d_1, d_2, \dots, d_j]$, sendo $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$; Y_{ij} : é a média do i -ésimo genótipo em relação a j -ésima variável (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

As estimativas das distâncias de Mahalanobis (D^2) permitiram agrupar as progênies, em cada uma das procedências, pelo Método de Otimização de Tocher (CRUZ et al., 2004). O método citado adota como critério de inclusão de novas progênies no grupo, segundo as seguintes expressões:

$$\text{Se } \left(D_{(\text{Grupo})i}^2 / \eta \right) \leq \alpha \Rightarrow \text{inclui-se a progênie no grupo};$$

$$\text{Se } \left(D_{(\text{Grupo})i}^2 / \eta \right) > \alpha \Rightarrow \text{a progênie "i" não deve ser incluída no grupo};$$

em que: η = número de progênies que constitui o grupo original; α = limite de acréscimo, na média da distância intragrupo, para formação ou inclusão de um novo elemento no grupo.

Para avaliação conjunta das várias populações e com avaliações realizadas em nível de indivíduos dentro de parcelas foi usado o modelo estatístico:

$$y = Xr + Za + Wp + Ts + \varepsilon$$

em que: “y” é o vetor de dados; “r” é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral; “a” é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios); “p” é o vetor dos efeitos de parcelas (assumidos como aleatórios); “s” é vetor dos efeitos de populações ou procedências (aleatórios) e “ε” é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (Modelo 5). Os mesmos parâmetros estimados para os análises individuais foram estimados para as análises conjuntas.

No que refere à sobrevivência, foi feito os análises de estatística geral empregado o *software* genético-estatístico SELEGEN (Modelo 105).

3.3. Ganhos com seleção pelo índice multi-efeito

A estimativa de ganhos com seleção foi obtida objetivando a seleção de indivíduos, adotando-se uma intensidade de desbaste de 33,3%, o que corresponde à eliminação das duas plantas com o menor valor genético, para o DAP, dentro de cada uma das parcelas das três procedências. Para isto, foi empregado o Índice Multi-efeitos (IME), segundo metodologia proposta por Resende (2007a). Essa seleção permitirá que o teste de progênie e procedência de *D. alata* possa ser transformado em um Pomar de Sementes por Mudas.

Das vantagens da seleção pelo método multi-efeito é a redução do peso dado à média geral das matrizes, permitindo assim uma melhor distribuição dos indivíduos selecionados nas várias progênies. O IME possui a expressão:

$$\hat{I} = \hat{b}_1 Y_{ijk} + (\hat{b}_2 - \hat{b}_3) \bar{Y}_{i..} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_1) \bar{Y}_{ij.} - \hat{b}_3 \bar{Y}_{.j.} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_2) \bar{Y}_{...}$$

em que: $\bar{Y}_{...}$: média geral do ensaio; Y_{ijk} : valor individual; $\bar{Y}_{i..}$: média da progênie no ensaio; $\bar{Y}_{ij.}$: média da progênie em determinado bloco (média da parcela); $\bar{Y}_{.j.}$: média do bloco; $\hat{b}_1 = \hat{h}_{ad}^2$: herdabilidade, no sentido restrito do individuo na parcelas; $\hat{b}_2 = \hat{h}_m^2$: herdabilidade, no sentido restrito de média de progênie; $\hat{b}_3 = \hat{h}_p^2$: herdabilidade, no sentido restrito, de progênies: $\hat{b}_3 = [3/(4n)]\sigma_a^2 / [(\sigma_d^2/n) + \sigma_e^2]$; r: número de blocos e n: número de plantas/parcela.

O tamanho efetivo populacional (N_e) ou melhor nesse caso *Número Status* foi obtido com base em Resende (2002): $N_e = (4.N_f.\bar{k}_f) / [\bar{k}_f + 3 + (\sigma_{kf}^2 / \bar{k}_f)]$ em que: N_f : número de progênie selecionadas; $\bar{k}_f$: número médio de indivíduos selecionados por progênie; σ_{kf}^2 : estimativa da variância do número de indivíduos selecionados por progênie.

A diversidade genética (D), após a seleção, foi quantificada conforme Wei e Lindgren (1996), citados por Resende (2002): $D = N_{ef}/N_{fo}$, em que: $0 < D \leq 1$; N_{fo} : número original de progênie, N_{ef} : número efetivo de progênie selecionadas, sendo dado por: $N_{ef} = (\sum k_f)^2 / \sum k_f^2$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

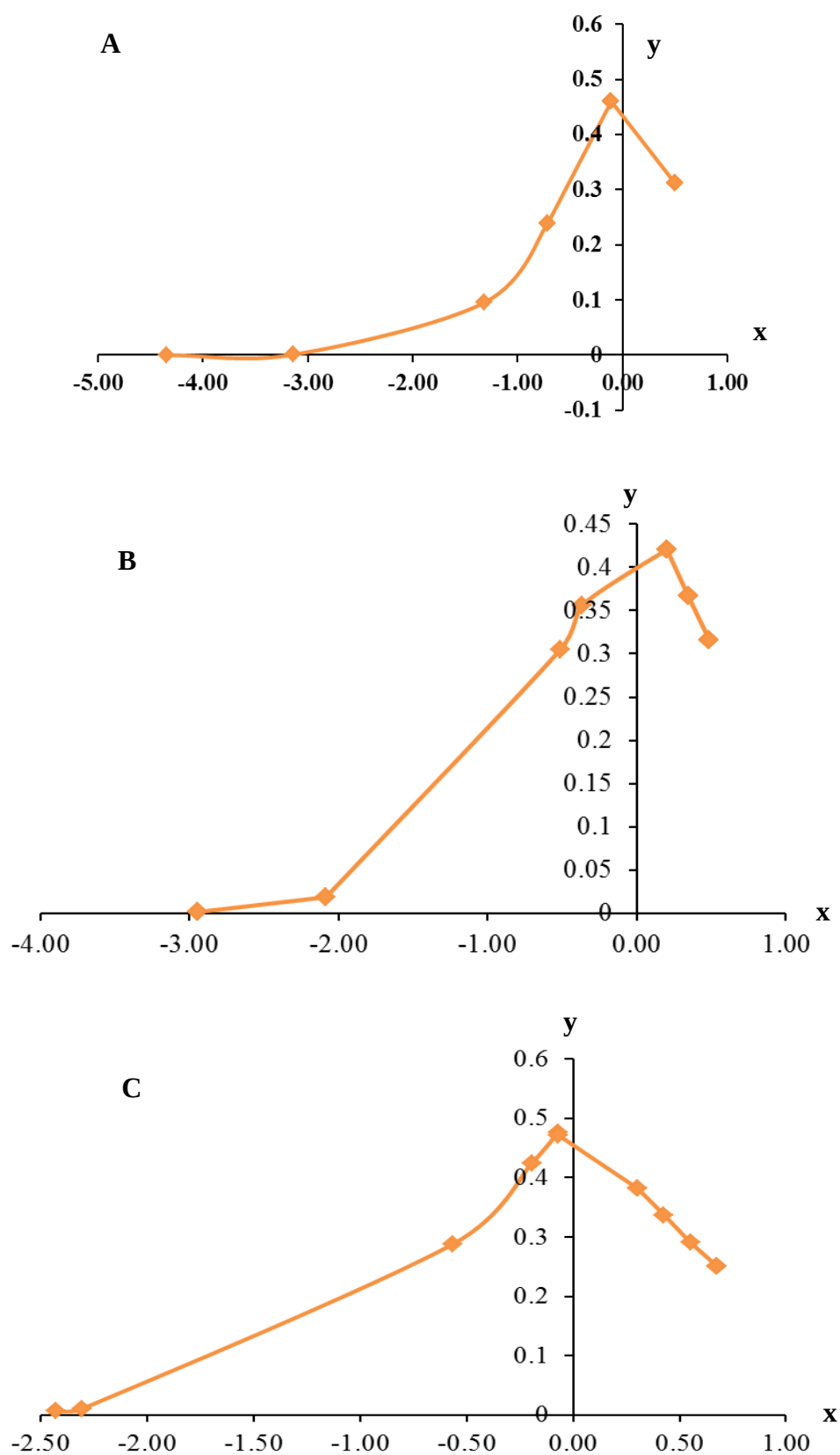
4.1 Análises individuais

4.1.1 Sobrevivência (SOB)

A taxa de SOB aos 9 anos foi semelhante nas três procedências: Brasilândia (97,77%), Campina Verde (97,47%) e Itarumã (96,32%), resultados ligeiramente superiores àqueles encontrados por Sano et al. (2003) aos 10 anos (96%), Toledo Filho (1988) aos 8 anos (97%); e maiores que os obtidos por Siqueira et al. (1993) para as procedências de Aquiduana (93,80%) e Campo Grande (91,43%) aos 13 anos, inferindo-se como resultados promissórios e favoráveis de desenvolvimento da espécie na região.

A distribuição dos dados indicou para a SOB nas três procedências uma curva do tipo assimétrica negativa e leptocurtica em relação à curtose (Figura 3).

Figura 3. Distribuição da sobrevivência de *Dipteryx alata*, aos nove anos para as procedências de Brasilândia (A), Campina Verde (B) e Itarumã (C) em Selvíria-MS.



4.1.2 Diâmetro a altura do peito (DAP)

As progênies de *D. alata* aos 9 anos de idade apresentaram valor médio para o caráter DAP de 8,23 cm, onde as progênies de Brasilândia sobressaem com os maiores valores (9,45 cm) (Tabela 1). Confrontando com outros ensaios na mesma espécie ocorrem valores semelhantes com os encontrados aos 8 anos de idade no espaçamento de 3,0 x 2,0m (7,4cm, Toledo Filho (1988); 8,93cm, Siqueira et al. (1993)); e promissórios em comparação com os obtidos aos 20 anos (13,30cm, Aguiar et al. 1992), e no espaçamento de 3,0 x 3,0m aos 25 anos (17,34cm, Pagliarini et al. 2012). Esse resultado suporta a ideia de que a espécie está tendo um bom desenvolvimento no local de estudo. O incremento médio anual (IMA) foi de 1,18cm Moraes et al. (2013), valor semelhante ao dado obtido aos 8 anos por Siqueira et al. (1993) com 1,12cm em duas procedências (Aquidauana e Campo Grande, MS) na mesma espécie, e em relação a outras espécies nativas, Sebbenn et al. (1998) relata aos 11 anos de idade 0,74cm na Cabreúva e Ettori et al. (1995) obteve aos 9 anos de idade em ipê amarelo na procedências de Mogi Guaçu (0,74cm) e Bebedouro (0,81cm).

O coeficiente de variação experimental (CV_e) obtido na media para as três procedências foi de 15,73 % (Tabela 1), valores considerados intermediários (10 – 20%), o que indica condições experimentais adequadas, além de semelhantes aos obtidos na mesma espécie por Siqueira et al. (1993) aos 8 anos de idade (16,33%). O coeficiente de variação relativa (CV_r), parâmetro que indica a relação entre o coeficiente de variação genotípico do individuo e o coeficiente de variação experimental utilizado para estimá-lo este na media de 0,81 (Tabela 1). Valores próximos à unidade são indicados para a realização de uma seleção adequada, e quanto maior for este valor maior é o controle genético dos caracteres e menor influencia dos fatores ambientais no fenótipo (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). Dessa forma, o DAP seria indicado para seleção, além de ser um caráter facilmente mensurável e que detém menor porcentagem de erro durante sua avaliação (SILVA et al. 2012).

O coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}) mostrou a existência de variabilidade genética (24,19) (Tabela 1). Sebbenn et al. (1998) manifestou que um coeficiente de variação genética acima de 7% é considerado alto, o que é um indicativo de encontrar indivíduos superiores dentro de cada família que

proporcionarão ganhos com seleção. Comparando-se com os dados da literatura, são maiores aos obtidos por Pagliarini et al. (2012) na mesma espécie, mas aos 25 anos (10,94) e aos obtidos por Rocha et al. (2009a) aos 9 anos em *Schizolobium amazonicum* (6,62). O coeficiente de determinação dos efeitos ambientais entre parcelas $\hat{C}_p^2$ apresentou valores baixos (0,1022), ou seja, baixa variação ambiental entre parcelas, (Tabela 1) valores similares aos obtidos por Resende (2002) mostraram que até 10% não há interferência na estimativa dos parâmetros genéticos.

A herdabilidade estimada no sentido restrito ($\hat{h}_a^2$) quantifica a importância relativa da proporção aditiva da variância genética que pode ser transmitida para a próxima geração e é considerada por Borém e Miranda (2009) como a mais útil. Assim, a média obtida nas procedências que foi de $0,50 \pm 0,14$ (Tabela 1), pode ser classificado segundo Resende (1995) como uma herdabilidade mediana (0,15 a 0,50). Comparando-se os resultados com a literatura, constata-se que os valores observados são maiores aos obtidos por Siqueira et al. (1993) na procedência de Três Lagoas aos 7 anos de idade com 0,32, e no mesmo ensaio menores aos da procedência de Brasília (0,69); e em comparação com outras espécies nativas Ettori et al. (1995) obtiveram aos 9 anos de idade em ipê amarelo na procedências de Mogi Guaçu (0,64) e Bebedouro (0,02). Siqueira et al. (1993) explicam que a tendência dos coeficientes de herdabilidade do baru, se apresenta mais elevado nas idades mais jovens. Moraes et al. (1990) explicam que o decréscimo dos coeficientes de herdabilidade com aumento da idade não é só explicada pela diminuição da variação genética, como pelo aumento da variação fenotípica em relação à genotípica.

A acurácia nas procedências apresentaram 86% de média, resultados que segundo a classificação proposta por Resende e Duarte (2007) de ($0,70 \leq r_{aa} < 0,90$) como alta em 100% das procedências, atestando precisão e controle das causas de variação ambiental. Em comparação com outro teste na mesma espécie aos 25 anos Pagliarini et al. (2012) obteve 52%, e com outra espécie nativa como *M. urundeuva* é maior assim: Guerra et al. 2009 aos 15 anos procedentes de Aramina (12%) e Selvíria (76%); e Tung et al. (2010) aos 20 anos com 50%. O efeito de progênes foi significativo a 1% para todas as procedências, indicando a existência de variação genética entre as famílias, o qual foi detectado pelo teste da razão de verossimilhança (LRT) (Tabela 1). Para Cruz et al. (2004) a existência de variação genética é um fator básico ao melhoramento que subsidia o progresso genético com a prática da seleção.

Tabela 1. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para diâmetro a altura do peito (DAP) em um teste de progênie/procedência de *Dipteryx alata*, aos nove anos em Selvíria-MS.

Estimativas	Brasilândia, MS	Campina Verde, MG	Itarumã, GO	Média
$\hat{\sigma}_a^2$	2,6004	3,6158	1,7737	2,6633
$\hat{\sigma}_c^2$	0,5037	0,9840	0,7354	0,7410
$\hat{\sigma}_e^2$	4,3917	2,8261	4,3688	3,8622
$\hat{\sigma}_f^2$	7,4959	7,4259	6,8780	7,2666
$\hat{h}_a^2$	0,36±0,10	0,49±0,12	0,66±0,19	0,50±0,14
$\hat{C}_p^2$	0,0672	0,1325	0,1069	0,1022
$\hat{h}_m^2$	0,68	0,70	0,86	0,75
r_{aa}	0,8220	0,8386	0,9265	0,862
$\hat{h}_{ad}^2$	0,31	0,49	0,63	0,48
CV_{gi} (%)	17,07	24,38	31,12	24,19
CV_{gp} (%)	8,54	12,19	17,89	12,87
CV_e (%)	13,23	17,70	16,25	15,73
CV_r	0,65	0,69	1,10	0,81
$\hat{m}$ (cm)	9,45	7,80	7,45	8,23
LRT(χ^2)	22,70**	25,93**	25,79**	24,81**

** significativo a 1% , *significativo a 5%, com 1 grau de liberdade; $\hat{\sigma}_a^2$ variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_c^2$ variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$ variância residual (ambiental+não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$ variância fenotípica individual; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênie; r_{aa} acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênie; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.

4.1.3 Altura (ALT)

As progênies de *D. alata* aos 9 anos de idade apresentaram valor médio para o caráter ALT de 6,64m, onde as progênies de Brasilândia sobressaíram-se com os maiores valores (7,84m) (Tabela 2). Comparando a outros ensaios na espécie apresenta valores semelhantes com os encontrados aos 8 anos de idade no espaçamento de 3,0 x 2,0m (6,3m, Toledo Filho (1988); e 6,41m, Siqueira et al. (1993)); e promissórios em comparação com os obtidos aos 20 anos (11,45m, Aguiar et al. 1992), e no espaçamento de 3,0 x 3,0m aos 25 anos (12,91m, Pagliarini et al. 2012). Os valores obtidos em cada procedência são ratificados pelo incremento médio anual (IMA) obtido por Moraes et al. (2013) com 0,98m, e semelhante ao obtido aos 8 anos por Siqueira et al. (1993) na mesma espécie com 0,80m em duas procedências (Aquidauana e Campo Grande, MS).

O coeficiente de variação experimental (CV_e) para altura na média foi de 16,51% (Tabela 2). Valores considerados intermediários (10 – 20%), o que indica condições experimentais adequadas, além, semelhantes aos obtidos na mesma espécie por Siqueira et al. (1993) aos 8 anos de idade (14,59%); Rocha et al. (2009b) num teste de progênies e procedências aos 3 anos de idade com 14,23%, e dentro dos padrões obtidos por Sebbenn et al. (1998) em *Myroxylon peruiferum* aos 11 anos com 17,21%; e Etori et al. (1995) obteve aos 9 anos de idade em ipê amarelo na procedências de Mogi Guaçu (20,21%) e Bebedouro (19,39%).

O coeficiente de variação relativa (CV_r) mostrou em média de 0,75 (Tabela 2). Valores próximos à unidade são indicados para a realização de uma seleção adequada, e quanto maior seja este valor maior é o controle genético dos caracteres e menor influencia dos fatores ambientais no fenótipo (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Dessa forma, a ALT foi igual o DAP, embora DAP é o indicado para seleção, além de ser um caráter facilmente mensurável e que detém menor porcentagem de erro durante sua avaliação (SILVA et al. 2012).

Em quanto se refere ao coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}) mostraram a existência de variabilidade genética (23,72) (Tabela 2). Sebbenn et al, (1998) manifestou que um coeficiente de variação genética acima de 7% é considerado alto, o que é um indicativo de encontrar indivíduos superiores dentro de cada família que proporcionarão ganhos na seleção. Comparando-se com os dados da literatura,

são maiores aos obtidos por Pagliarini et al. (2012) na mesma espécie, mas aos 25 anos (12,65); e, aos obtidos por Sebbenn et al. (1998) em *Myroxylon peruiferum* aos 11 anos (7,49), e aos de Rocha et al. (2009a) aos 9 anos em *Schizolobium amazonicum* (20,89).

O coeficiente de determinação dos efeitos ambientais entre parcelas $\hat{C}_p^2$ apresentou valores baixos (0,2017), ou seja, variação ambiental baixa entre parcelas. Segundo Resende (2002) uma estimativa de até 10% não chega a interferir na estimativa dos parâmetros genéticos.

A herdabilidade estimada no sentido restrito ($\hat{h}_a^2$) quantifica a importância relativa da proporção aditiva da variância genética que pode ser transmitida para a próxima geração e é considerada por Borém e Miranda (2009) como a mais útil. A média nas procedências foi de $0,57 \pm 0,14$, sendo a maior em Itarumã (0,70). Segundo Resende (1995) herdabilidades $\geq 0,50$ são considerados altas comparando-se os resultados com a literatura, constata-se que os valores observados (Tabela 2) são menores aos obtidos por Siqueira et al. (1993) na procedência de Três Lagoas, aos 7 anos de idade com 0,74; a mesma tendência ocorreu com o coeficiente de herdabilidade do Baru, que se apresentaram mais elevado nas idades mais jovens. Ettori et al. (1995) obteve aos 9 anos de idade em ipê amarelo valores semelhantes na procedências de Moji Guaçu (0,61%). A estimativa de herdabilidade para a característica ALT foi ligeiramente superior á estimada para DAP.

A acurácia em média foi 84%, resultado que segundo a classificação proposta por Resende e Duarte (2007), de $(0,70 \leq r_{aa} < 0,90)$ é alta em 100% das procedências, atestando precisão e controle das causas de variação ambiental. Em comparação com o outro teste da mesma espécie, aos 25 anos Pagliarini et al. (2012) obtiveram 73%. O efeito de progênies foi significativo a 1% para todas as procedências (Tabela 2), indicando a existência de variação genética entre as famílias, o qual foi detectado pelo teste da razão de verossimilhança (LRT). Para Cruz et al. (2004) a existência de variação genética é um fator básico aos programas de melhoramento que subsidia o progresso genético com a prática da seleção; Rocha et al. (2009b) manifestam que esta variabilidade pode ser explorada para o desenvolvimento de materiais genéticos superiores.

Tabela 2. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para os caracteres altura total das plantas (ALT) em um teste de progênies/procedência de *Dipteryx alata*, aos nove anos em Selvíria-MS.

Estimativas	Brasilândia, MS	Campina Verde, MG	Itarumã, GO	Média
$\hat{\sigma}_a^2$	1,2157	2,6026	1,1037	1,6407
$\hat{\sigma}_c^2$	0,6847	0,9266	0,6989	0,7701
$\hat{\sigma}_e^2$	1,6320	0,3814	2,2057	1,4064
$\hat{\sigma}_f^2$	3,5324	3,9106	4,0083	3,8171
$\hat{h}_a^2$	0,34±0,10	0,67±0,14	0,70±0,19	0,57±0,14
$\hat{C}_p^2$	0,1938	0,2370	0,1744	0,2017
$\hat{h}_m^2$	0,58	0,71	0,84	0,71
r_{aa}	0,7604	0,8438	0,9155	0,8399
$\hat{h}_{ad}^2$	0,36	0,84	0,78	0,66
CV_{gi} (%)	14,10	26,39	30,68	23,72
CV_{gp} (%)	7,03	13,19	17,31	12,51
CV_e (%)	13,43	18,76	17,33	16,51
CV_r	0,52	0,70	1,02	0,75
$\hat{m}$ (m)	7,84	6,11	5,96	6,64
LRT(χ^2)	12,95**	28,62**	22,61**	21,39**

** significativo a 1% , *significativo a 5%; $\hat{\sigma}_a^2$ variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_c^2$ variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$ variância residual (ambiental+não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$ variância fenotípica individual; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênies; r_{aa} acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênies; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.

4.1.4 Diâmetro médio de Copa (DMC)

As progênies de *D. alata* aos 9 anos de idade apresentaram um valor médio para o caráter DMC de 3,27 m, onde as progênies de Brasilândia sobressaíram com os maiores valores (3,62m). O resultado mostrou que a espécie tem copa comprida ótima para a produção de frutos e sombra para o gado (Tabela 3).

O coeficiente de variação experimental (CV_e) esta associada a precisão experimental e forma de mensuração dos caracteres. Os resultados apresentaram medias de 13,25 %, valores considerados baixos (10 a 20%), o que indica condições experimentais adequadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Freitas et al. (2006) em *M. urundeuva* aos 4 anos de idade, com 12,4% (Tabela 3). O coeficiente de variação relativa (CV_r) é um parâmetro que indica a relação entre o coeficiente genotípico do individuo e o coeficiente experimental, foi de 0,82. Valores próximos à unidade são indicados para a realização de uma seleção adequada, e quanto maior for o valor maior é o controle genético dos caracteres e menor influência dos fatores ambientais sobre o fenótipo (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Dessa forma, o DMC seria indicado para a seleção de procedências; no entanto, a variação estacional da folhagem dificulta as avaliações.

Quanto ao coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}) valor foi de 20,67%. Sebbenn et al. (1998) manifesta que um coeficiente de variação genética acima de 7% é considerado alto, o que é um indicativo de encontrar indivíduos superiores dentro de cada família que proporcionaram ganhos na seleção (Tabela 3). O coeficiente de determinação dos efeitos ambientais entre parcelas $\hat{C}_p^2$ apresentou valores baixos (0,062), ou seja, baixa variação ambiental entre parcelas; valores similares foram obtidos por Resende (2002) expressa que uma estimativa até 10% não chega a inferir na estimativa dos parâmetros genéticos.

A herdabilidade estimada no sentido restrito ($\hat{h}_d^2$), quantifica a importância relativa da proporção aditiva da variância genética que pode ser transmitida para a próxima geração e é considerada por Borém e Miranda (2009) como a mais útil. Assim, a média obtida nas procedências é de $0,45 \pm 0,13$, dados classificados segundo Resende (1995) como herdabilidade mediana (0,15 a 0,50). Confrontando os resultados com outras espécies nativas é considerada alta para Freitas et al. (2006) com 0,06 em *M. urundeuva* e semelhante para Aguiar et al. (2003) com 0,39 em *Astronium fraxinifolium*.

aos 4 anos.

A acurácia nas procedências apresentaram 88% de media, resultados que segundo a classificação proposta por Resende e Duarte (2007) de $(0,70 \leq r_{aa} < 0,90)$ como alta em 100% das procedências, atestando precisão e controle das causas de variação ambiental. (Tabela 3). O efeito de progênies foi significativo a 1% para todos as procedências, indicando a existência de variação genética entre as famílias, o qual foi detectado pelo teste da razão de verossimilhança (LRT). Para Cruz et al. (2004) a existência de variação genética é um fator básico ao melhoramento que subsidia o progresso genético com a prática da seleção.

Tabela 3. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para diâmetro médio de copa (DMC) em um teste de progênes/procedência de *Dipteryx alata*, aos nove anos em Selvíria-MS..

Estimativas	Brasilândia, MS	Campina Verde, MG	Itarumã, GO	Media
$\hat{\sigma}_a^2$	0,5162	0,4046	0,1462	0,3557
$\hat{\sigma}_c^2$	0,0628	0,0539	0,0595	0,0587
$\hat{\sigma}_e^2$	0,4501	0,4781	0,6758	0,5347
$\hat{\sigma}_f^2$	1,0291	0,9366	0,8815	0,9491
$\hat{h}_a^2$	0,50±0,12	0,43±0,11	0,42±0,15	0,45±0,13
$\hat{C}_p^2$	0,0610	0,0576	0,0675	0,0620
$\hat{h}_m^2$	0,76	0,73	0,81	0,77
r_{aa}	0,8725	0,8562	0,8996	0,8761
$\hat{h}_{ad}^2$	0,46	0,39	0,34	0,40
CV_{gi} (%)	19,86	20,67	21,47	20,67
CV_{gp} (%)	9,93	10,34	12,32	10,86
CV_e (%)	12,44	13,95	13,37	13,25
CV_r	0,80	0,74	0,92	0,82
$\hat{m}$ (m)	3,62	3,08	3,10	3,27
LRT(χ^2)	37,66**	27,93**	15,66**	27,08

** significativo a 1% , *significativo a 5%, com 1 grau de liberdade; $\hat{\sigma}_a^2$ variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_c^2$ variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$ variância residual (ambiental+não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$ variância fenotípica individual; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênes; r_{aa} acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênes; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.

4.1.5 Forma do Fuste (FOR)

As progênies de *D. alata* aos 9 anos de idade apresentaram valor médio para o caráter FOR de 3,17, onde as progênies de Brasilândia sobressai com os maiores valores (3,39), o que diz grande número de bifurcações acima de 1,30 m. e leve tortuosidade ao longo de 2,20 m do fuste (Tabela 4). Carvalho, (1994) com base em trabalhos realizados em algumas espécies florestais, conclui que as espécies nativas apresentam comportamento satisfatório quando usada em plantios puros e expostos ao sol.

O coeficiente de variação experimental (CV_e) obtido se encontram na media de 14,82%, valor considerado baixo (10% a 20%), o que indica condições experimentais adequadas (Tabela 4), além, semelhantes aos obtidos por Freitas et al. (2006) em *M. urundeuva* aos 4 anos de idade com 18,7%, e superiores aos obtidos por Aguiar et al. (2003) com 4,46 em *Astronium fraxinifolium* aos 4 anos, quem manifestam que se pode esperar boa precisão nas estimativas de parâmetros genéticos. O coeficiente de variação relativa (CV_r) parâmetro que indica a relação entre o coeficiente genotípico do individuo e o coeficiente experimental utilizado para estimá-lo este na media de 0,58. Valores próximos à unidade são indicados para a realização de uma seleção adequada, e quanto maior seja este valor maior é o controle genético dos caracteres e menor influencia dos fatores ambientais no fenótipo (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Em quanto se refere ao coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}) mostraram a existência de variabilidade genética (16,48). Sebbenn et al, (1998) manifesta que um coeficiente de variação genética acima de 7% é considerado alto, o que é um indicativo de encontrar indivíduos superiores dentro de cada família que proporcionaram ganhos na seleção (Tabela 4). O coeficiente de determinação dos efeitos ambientais entre parcelas $\hat{C}_p^2$ apresentou valores baixos (0,07), ou seja, baixa variação ambiental entre parcelas, valores similares aos obtidos por Resende (2002) expressa que uma estimativa até 10% não chega a inferir na estimativa dos parâmetros genéticos.

A herdabilidade estimada no sentido restrito ($\hat{h}_a^2$) obtida nas procedências é de $0,24 \pm 0,13$, dados classificados segundo Resende (1995) como herdabilidade mediana (0,15 a 0,50) (Tabela 4). Confrontando os resultados com outras espécies nativas é considerada alta para Freitas et al. (2006) com 0,11 em *M. urundeuva* , e semelhante para Aguiar et al. (2003) com 0,24 em *Astronium fraxinifolium* aos 4 anos.

A acurácia nas procedências apresentaram 78% de media, resultados que segundo a classificação proposta por Resende e Duarte (2007) de $(0,70 \leq r_{aa} < 0,90)$ como alta em 100% das procedências, atestando precisão e controle das causas de variação ambiental (Tabela 4). O efeito de progênies foi significativo a 1% para todos as procedências, indicando a existência de variação genética entre as famílias, o qual foi detectado pelo teste da razão de verossimilhança (LRT). Para Cruz et al. (2004) a existência de variação genética é um fator básico ao melhoramento que subsidia o progresso genético com a prática da seleção.

Tabela 4. Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para forma de fuste (FOR) em um teste de progênies/procedência de *Dipteryx alata* aos nove anos em Selvíria-MS.

Estimativas	Brasilândia, MS	Campina Verde, MG	Itarumã, GO	Média
$\hat{\sigma}_a^2$	0,1416	0,3169	0,1183	0,1923
$\hat{\sigma}_c^2$	0,0454	0,0554	0,1177	0,0728
$\hat{\sigma}_e^2$	0,6988	0,7440	0,7910	0,7446
$\hat{\sigma}_f^2$	0,8858	1,1164	1,0271	1,0098
$\hat{h}_a^2$	0,16±0,07	0,28±0,09	0,29±0,13	0,24±0,37
$\hat{C}_p^2$	0,0512	0,0496	0,1146	0,0718
$\hat{h}_m^2$	0,50	0,64	0,70	0,61
r_{aa}	0,7046	0,8025	0,8387	0,7819
$\hat{h}_{ad}^2$	0,13	0,24	0,23	0,20
CV_{gi} (%)	11,11	17,09	21,23	16,48
CV_{gp} (%)	5,56	8,55	12,21	8,77
CV_e (%)	12,51	14,21	17,74	14,82
CV_r	0,44	0,60	0,69	0,58
$\hat{m}$	3,39	3,29	2,82	3,17
LRT(χ^2)	7,87**	17,63**	9,07**	11,52**

** significativo a 1% , *significativo a 5%, com 1 grau de liberdade; ^{ns} não significativo. $\hat{\sigma}_a^2$ variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_c^2$ variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$ variância residual (ambiental+não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$ variância fenotípica individual; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênies; r_{aa} acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênies; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.

4.2 Correlações Genéticas

Das estimativas dos coeficientes de correlação genética e fenotípica, em nível de média (Tabela 5) nos caracteres silviculturais, observa-se que sobressaem os caracteres Altura total da planta e diâmetro a altura do peito, por ter a maior associação entre eles. Freitas (2006) numa população de aroeira ao correlacionar os caracteres silviculturais obteve resultados semelhantes. Aguiar (2003) sugere que para determinação da variabilidade genética das espécies arbóreas por método quantitativo deve ser estudado o maior número de caracteres possíveis. Batista et al. (2012) obteve similar correlação entre os dois caracteres, e manifesta que tem fortes ligações genicas entre os locos, e assim a possibilidade de seleção em um caráter e a obtenção de ganhos indiretos em outro é relativamente alta.

Tabela 5. Correlações genéticas entre os caracteres de crescimento em um teste de progênies/procedências de *Dipteryx alata* Vog., aos nove anos de idade no município de Selvíria, MS.

Procedência		ALT	DMC	FOR
Brasilândia, MS	DAP	0,90	0,74	0,19
	ALT	-	0,55	0,26
	DMC	-	-	0,29
Campina Verde, MG	DAP	0,93	0,82	0,08
	ALT	-	0,71	0,14
	DMC	-	-	0,10
Itarumã, GO	DAP	0,97	0,78	0,36
	ALT	-	0,77	0,33
	DMC	-	-	0,27

4.3 Agrupamento de dados

O método de agrupamento Tocher permitiu a formação de grupos distintos nas três procedências (Tabela 6). Assim, o grupo I nas procedências de Brasilândia e Campina Verde reuniu o maior número de progênies, demonstrando que eles

são similares entre si, no caso das progênies de Itarumã, observa-se a formação de seis grupos, confirmando a presença de variabilidade no germoplasma e divergência entre as progênies. Dados contrários aos obtidos por Tarazi et al. (2010) que manifesta um alto grau de diversidade genética nas árvores matrizes aonde foram coletadas as sementes, mais não foi identificado nas progênies de Brasilândia e Campina Verde.

Tabela 6. Formação de grupos com base no método de Tocher entres os caracteres DAP, altura total das plantas, diâmetro médio de copa, forma e sobrevivência em progênies/procedências de *Dipteryx alata* Vogel aos nove anos de idade, em Selvíria-MS.

Procedência	Grupo	Progênies																						
Brasilândia, MS	I	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
		21	22	23	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41				
	II	2																						
Campina Verde, MG	I	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23		
		25	26	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	43	44	45	47	48			
	II	24																						
Itarumã, GO	I	4	17																					
	II	9	12	16	18	24																		
	III	1	2	21	26																			
	IV	5	10	25																				
	V	15																						
	VI	3																						

Os resultados obtidos podem ser explicados por Siqueira et al. (1993) sugerindo que a baixa diversidade pode ser devida á sua origem a partir de uma população ancestral comum, ou ainda, que essas populações possam ter sofrido ação antrópica, dispersão de frutos via animais ou polinização cruzada. Em progênies de macaúba (*Acrocomia aculeata*) Manfio et al. (2012) ressaltaram que a separação em grupos distintos pode ser obtida a heterose para os caracteres quantitativos de interesse econômico, e importante para o melhoramento genético da espécie. Negreiros et al. (2008) sugere que nas espécies alógamas, a escolha correta de genitores e o planejamento de cruzamento podem otimizar a utilização de genes favoráveis e, conseqüentemente, maximizar a heterose a partir do cruzamento de indivíduos com bons caracteres de produção e com certo grau de divergência genética, possibilitando a obtenção de cultivares

superiores, além disso Silva et al. (2012) diz que os indivíduos mais contrastantes e produtivos obtidos a partir do agrupamento de Tocher serão selecionados para cruzamentos.

4.4 Análise conjunta

A significância dos efeitos genéticos de procedências foi avaliada por meio do teste da razão de verossimilhança (LRT) na Tabela 7. A análise de LRT para os efeitos de procedências e progênes mostrou-se significativa em todos os caracteres, embora ALT apresente o maior valor, o que é verificado nas análises individuais, e por Rocha et al. (2009b) quem também encontra efeito de progênes dentro de procedências no mesmo caráter. O LRT também indica a existência de diferenças genéticas, e, portanto, a possibilidade de se obter ganhos com a seleção, explorando a variabilidade genética existente entre as progênes em cada procedência. Já em nível de parcela, apenas os caracteres FOR e SOB não apresentaram diferenças com 95% de probabilidade, Ettori et al. (1999) detecto também diferenças significativas entre progênes de *C. trichocoma* para DAP, aos 11 anos é indica a possibilidade de obter ganhos genéticos com a seleção entre progênes.

Tabela 7. Análise da razão de verossimilhança (LRT) para caracteres de crescimento em um teste de progênes/procedências de *Dipteryx alata* Vog., aos nove anos de idade no município de Selvíria, MS.

Fonte de Variação	LRT				
	DAP	ALT	DMC	FOR	SOB
Progênes/Proc	75,43 ^{**}	65,16 ^{**}	78,01 ^{**}	31,48 ^{**}	8,39 ^{**}
Procedências	51,84 ^{**}	222,69 ^{**}	23,68 ^{**}	22,67 ^{**}	23,37 ^{**}
Parcela	35,59 ^{**}	53,1 ^{**}	26,25 ^{**}	3,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}

Valores tabelados de qui-quadrado: 6,63 (* significativo a 1% com 1 grau de liberdade); ^{ns} não significativo.

No que se refere à SOB, ALT e DAP, os valores obtidos no presente trabalho são promissores para a possibilidade de progresso genéticos com a seleção dentro das progênes (Tabela 8) e estão na media dos obtidos por Aguiar et al.

(1992) na mesma espécie de estudo aos 20 anos de idade num espaçamento de 3,0 x 2,0m com 84,35% (SOB), 11,45m (ALT) e 13,30cm (DAP), inferindo-se que na metade do anos de aquele estudo os dados apresentam a mesma sequência e aos 20 anos possivelmente atingiram valores semelhantes.

Em quanto às estimativas de parâmetros genéticos e componentes de variância para análise conjunta das três procedências (Tabela 8), observa-se que as estimativas para o coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas ($\hat{C}_p^2$) apresentou valores de baixa magnitude para todos os caracteres, com exceção da ALT (16%), valores que segundo Resende (2002) está dentro do ideal, pois valores iguais ou inferiores a 10% indicam maior precisão experimental.

O coeficiente de variação experimental (CV_e) esta associada à precisão experimental e forma de mensuração dos caracteres, assim os resultados obtido na análise de variância conjunta oscila de 7,60% na SOB até 16,47% na ALT, valores considerados intermediários (10% – 20%), o que indica condições experimentais adequadas, e dentro dos padrões obtidos na estimação de parâmetro genética de procedência e famílias de *D. alata*, obtido por Rocha et al. (2009b) aos 3 anos de idade com 14,23%, e com os valores obtidos por Freitas et al. (2006) em *C. trichotoma*

Os coeficientes de variação genética entre progênie foi alto para DAP, ALT e DMC. Em comparação com a literatura os dados são maiores aos obtidos por Etori et al. (1999) em *C. trichotoma* (9,71) aos 11 anos de idade na população de Bauru avaliada em Luiz Antônio-SP; e aos obtidos por Freitas et al. (2006) na mesma espécie em ALT e FOR, aos 19 anos, mas semelhantes com os valores obtidos em DAP (11,48) e SOB (3,98). Os mesmos autores explicam que o baixo valor obtido nos resultados se deve ao pequeno número de progênie testadas e que o alto coeficiente encontrado no DAP confirma o potencial da população para seleção.

Tabela 8. Estimativas de parâmetros genéticos e componentes de variância em um teste de progênies/procedência de *Dipteryx alata* Vog., aos nove anos de idade no município de Selvíria, MS.

Estimativas	DAP (cm)	ALT (m)	DMC (m)	FOR
$\hat{\sigma}_a^2$	3,7345	2,3060	0,4716	0,2540
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	0,7355	0,7976	0,0655	0,0716
$\hat{\sigma}_{proc}^2$	1,0934	1,0637	0,0854	0,0173
$\hat{\sigma}_e^2$	2,9151	0,6755	0,4363	0,6928
$\hat{\sigma}_f^2$	8,4785	4,8429	1,0589	1,0357
$\hat{h}_a^2$	0,44±0,07	0,47±0,08	0,45±0,07	0,25±0,06
$\hat{C}_p^2$	0,0867	0,1647	0,0619	0,0691
$\hat{C}_{proc}^2$	0,1290	0,2196	0,0806	0,0167
$CV_{gi}(\%)$	23,44	22,84	20,96	15,41
$CV_{gp}(\%)$	11,71	11,42	10,48	7,70
$CV_e(\%)$	15,76	16,47	13,55	14,30
CV_r	0,74	0,69	0,77	0,54
$\hat{m}$	8,2447	6,6473	3,2763	3,2701

$\hat{\sigma}_a^2$ Variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_e^2$ variância residual (ambiental + não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$ variância fenotípica individual; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{C}_{proc}^2$ coeficiente de determinação dos efeitos das procedências; CV_{gi} coeficiente de variação genotípica; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênies; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral.

4.5 Ganhos na seleção

A proposta de se realizar um desbaste com intensidade de 33,3% em todas as progênies dentro das procedências equivale ao abate de duas plantas em uma parcela de seis plantas. Porém, em função das falhas já existentes no teste verifica-se que

para a população de Brasilândia-MS das 780 plantas que seriam mantidas ($39 \times 20 = 780$) foram mantidas 99,10% (773 plantas); em Campina Verde-MG das 840 (42×20) manteve-se 90,83% (763 plantas) e em Itarumã-GO das 320 (16×20) ficaram no teste 84,06% (269 plantas) (Tabela 9). Esse número de plantas que constituirão o Pomar de Sementes por Mudas equivale a manutenção de 100%, 94% e 91% da diversidade genética ($\hat{D}$) original do teste de progênies/procedências (Tabela 9).

Em relação ao tamanho efetivo ou número status (N_e) verificou-se que com o desbaste realizado, que as 773 plantas de *Dipteryx alata* na população de Brasilândia equivalem a um N_e de 135 (17,5%); na de Campina Verde-MG o N_e é de 136 (17,8%) e na de Itarumã-GO este parâmetro corresponde a 50 (18,6%) do número de indivíduos presente no campo. No entanto, se todas as progênies permanecessem com o mesmo número de indivíduos por progênie estas estimativas de N_e seriam maiores, ou seja, 136 para Brasilândia-MS (praticamente igual ao anterior); 146 para Campina Verde-MG (uma perda de 7% em relação ao anterior) e 56 em Itarumã-GO (perda de 11%). Freitas et al (2008) ao fazer desbaste de 20 % sofreu uma redução.

A forma como este desbaste foi proposto permitiu eliminar os indivíduos inferiores para o DAP (caráter escolhido para a seleção) e manter uma razoável diversidade genética ($\hat{D}$) em cada uma das populações. No entanto, mesmo procedendo-se um desbaste dessa forma foi possível se obter ganhos na seleção para o DAP que variaram de 3,18% para a população de Brasilândia-MS a 12,64% (Itarumã-GO), o que pode ser considerado um ganho razoável na seleção mantendo-se no teste todas as progênies de cada uma das populações de *D. alata* estudadas. Freitas et al. (2006); Freitas et al. (2008) em base ao DAP em plantio com 19 e 22 anos de idade de *C. trichotoma* e *T. heptaphylla* respectivamente, com uma intensidade de seleção de 20% dentro das progênies (1:5) obteve uma resposta esperada com a seleção dentro de progênies de 17,43 e 0,61% e explicam que os ganhos genéticos na seleção ocorrem em função da intensidade de seleção aplicada, da variação genética e da herdabilidade, e desse fatores apenas a intensidade de seleção é possível controlar pois as outras duas podem se alterar com a idade da planta e o ambiente. Rocha et al. (2009b) com base na ALT, e uma intensidade de seleção de 10% aos 3 anos de idade em *D. alata* obteve um ganho na seleção dentro de famílias de 11,76%.

Tabela 9. Seleção para o caráter DAP (cm) em um teste de progênies/procedências de *Dipteryx alata* Vog., aos nove anos de idade no município de Selvíria, MS.

Brasilândia, MS			Campina Verde, MG			Itarumã, GO		
Ordem	Prog	k_f	Ordem	Prog	k_f	Ordem	Prog	k_f
1	1	20	1	1	20	1	1	20
2	2	20	2	2	20	2	2	19
3	3	20	3	3	20	3	3	14
4	4	20	4	5	20	4	4	20
5	5	19	5	6	20	5	5	20
6	6	20	6	7	20	6	9	20
7	7	20	7	8	20	7	10	16
8	8	20	8	9	20	8	12	20
9	9	20	9	10	20	9	15	16
10	10	16	10	11	20	10	16	20
11	11	20	11	12	8	11	17	20
12	12	20	12	13	20	12	18	16
13	13	20	13	14	20	13	21	20
14	14	20	14	15	20	14	24	4
15	15	20	15	16	20	15	25	20
16	16	20	16	17	20	16	26	4
17	17	20	17	18	20	-	-	-
18	18	20	18	19	20	-	-	-
19	19	20	19	21	20	-	-	-
20	20	20	20	22	4	-	-	-
21	21	20	21	23	20	-	-	-
22	22	20	22	24	17	-	-	-
23	23	20	23	25	20	-	-	-
24	26	20	24	26	20	-	-	-
25	27	20	25	28	20	-	-	-
26	28	20	26	29	20	-	-	-
27	29	20	27	30	20	-	-	-
28	30	20	28	31	20	-	-	-
29	31	20	29	32	20	-	-	-
30	32	18	30	33	20	-	-	-
31	33	20	31	34	20	-	-	-
32	34	20	32	36	20	-	-	-
33	35	20	33	37	20	-	-	-
34	36	20	34	38	22	-	-	-
35	37	20	35	39	20	-	-	-
36	38	20	36	40	4	-	-	-
37	39	20	37	41	8	-	-	-
38	40	20	38	43	20	-	-	-
39	41	20	39	44	4	-	-	-
-	-	-	40	45	20	-	-	-
-	-	-	41	47	20	-	-	-
-	-	-	42	48	16	-	-	-
N		773	-		N	763	-	
			N				N	
							269	

Tabela 9 (Cont...). Seleção para o caráter DAP (cm) em um teste de progênies/procedências de *Dipteryx alata* Vog., aos nove anos de idade no município de Selvíria, MS.

Brasilândia, MS		Campina Verde, MG		Itarumã, GO	
N	773	N	763	N	269
N_{fo}	39	N_{fo}	42	N_{fo}	16
N_f	39	N_f	42	N_f	16
$\bar{k}_f$	19,82	$\bar{k}_f$	18,17	$\bar{k}_f$	16,81
$\sigma_{k_f}^2$	0,52	$\sigma_{k_f}^2$	23,02	$\sigma_{k_f}^2$	28,96
N_e	135	N_e	136	N_e	50
μ (cm)	9,4463	μ (cm)	7,8010	μ (cm)	7,4452
$\hat{a}$	0,3003	$\hat{a}$ (cm)	0,4482	$\hat{a}$ (cm)	0,9412
$\hat{G}_s(\%)$	3,18	$\hat{G}_s(\%)$	5,75	$\hat{G}_s(\%)$	12,64
$(\sum k_f)^2$	597529	$(\sum k_f)^2$	582169	$(\sum k_f)^2$	72361
$\sum k_f^2$	15341	$\sum k_f^2$	14805	$\sum k_f^2$	4957
N_{ef}	38,95	N_{ef}	39,32	N_{ef}	14,60
$\hat{D}$	1,00	$\hat{D}$	0,94	$\hat{D}$	0,91

IME = $\hat{a}$: Índice Multi-efeito ou valor genético do indivíduo; **N**: número de indivíduos selecionados; N_{fo} : número de famílias originais; N_f : número de famílias selecionadas; N_{ef} : número efetivo de famílias; k_f : número de indivíduos selecionados por família; $\bar{k}_f$: número médio de indivíduos selecionados por família; $\sigma_{k_f}^2$: variância do nº de indivíduos selecionados por família; N_e : tamanho efetivo ou número status; μ (cm): média geral do DAP; G_s : ganho na seleção; **D**: Diversidade genética.

Por tanto, sob o aspecto de futuras ações de melhoramento genético, a população de Itarumã deve sofrer seleção entre progênies e enquanto nas duas procedências restantes deve ser selecionada com base nos indivíduos, onde a variabilidade é maior. As próximas etapas a serem executadas poderiam ser o desbaste dos 33% de indivíduos dentro de cada progênie, e nas árvores abatidas fazer avaliações de biomassa e densidade básica da madeira, além de estudos fenológicos para estabelecer um futuro pomar de sementes.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nas condições do presente teste de progênies e procedências, na idade de nove anos de desenvolvimento de *Dipteryx alata*, conclui-se que:

Existe variação genética para todos os caracteres estudados, sendo maiores para DAP e ALT, significando possibilidades de sucesso na seleção em programas de melhoramento genético da espécie e em programas de conservação de germoplasma.

As progênies de *Dipteryx alata* mostraram variabilidade genética dentro das procedências estudadas

Entre a ALT e o DAP, o DAP é o caráter recomendado para os procedimentos de seleção em programas de melhoramento.

Com intensidade de seleção de 66,67% a partir do DAP, pode-se obter ganhos genéticos sem reduzir a base genética das progênies.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF, 1998. 464 p.

ANDRADE A.M.; CARVALHO C.J. Produção de celulose e de papel Kraft da madeira de Baru (*Dipteryx alata*). **Floresta e Ambiente**, Seropédica, n. 3 p. 28-35. 1996. Disponível em: <http://www.floram.org/files/v3n%C3%BAnico/v3nunica4.pdf> Acesso em 06 de jan 2014.

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

AGUIAR, A. V.; BORTOLOZO, F. R.; MORAES, M. L. T.; ANDRADE, J. A. C. et al. Genetic variation in *Astronium fraxinifolium* populations in consortium, **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, n. 2, v. 3, p. 95-106, 2003.

AGUIAR, I. B.; VALERI, S. V.; ISMAEL, J. J.; ALHO, D. R. Efeitos do espaçamento no desenvolvimento de *Dipteryx alata* Vog. em Jaboticabal-SP, até a idade de 20 anos. In: **Anais- II CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS**, p. 570-572. 1992.

BATISTA, C. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. A.; ZANATTO, A. C. Z.; SANTOS, P. C.; ZANATA, M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Estimativas de parâmetros genéticos e a variabilidade em procedências e progênes de *Handroanthus vellosi*. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v. 32, n. 71, p. 269-276, 2012.

BOURLEGAT, C. A. A fragmentação da Vegetação Natural e o Paradigma do Desenvolvimento Rural. In: **Fragmentação florestal e alternativa de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste** (COSTA, R.B. org). Campo Grande: UCDB, p. 01-25. 2003.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5.ed. Viçosa: UFV, 2009. 529p

CANUTO, D. S. O.; SILVA, A. M.; MORAES, M. A.; SILVA, C. L. S. P; MORAES, M. L. T.; SÁ, M. E. Variabilidade genética de populações naturais de *Dipteryx alata* Vog. por meio de caracteres nutricionais em sementes. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.20, n.2, p.155-163, 2008. Disponível em: http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/RIF20-2/p.155-163.pdf Acesso em: 25 nov. 2013.

CARNEIRO, J. J. M.; EUCLYDES, R. F.; LOPES, P. S.; TORRES, R. A. Avaliação de métodos de estimação de componentes de variância utilizando dados simulados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 328-336, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/rbz/v33n2/21244.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2013.

CARVALHO, P. E. R. **Circular Técnica 83: Baru**. Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, Embrapa Floresta, 2003. 10p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Colombo. Centro Nacional de Pesquisa Florestais, 1994. p. 639.

CARRAZA, L. R.; ÀVILA, J. C. **Aproveitamento Integral do fruto do Baru (*Dipteryx alata*): Manual Tecnológico 2**. 2. ed. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2012. p. 56. Disponível em: http://www.ispn.org.br/arquivos/Mont_Baru0062.pdf . Acesso em: 14 nov. 2013.

CORRÊA, G. C. **Avaliação comportamental de plantas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nos cerrados do Estado de Goiás**. 1999. 111 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 1999.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 2. Viçosa: Editora UFV, Imprensa Universitária, 2003. p. 585.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicadas ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 480.

DAMIÃO, J.O.; HERNANDEZ, F.B.T.; SANTOS, G.O.; ZOCOLER, J.L. **Balanço hídrico da região de Ilha Solteira, Noroeste Paulista**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. Uberaba-MG, 6 a 8 de dezembro de 2010. Disponível em: http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2010_damiao.pdf Acesso em: 27 Jan. 2014.

DEMATTE, J. L. I **Levantamento detalhado dos solos do campus experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba. ESALQ/USP. 131p.1980.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M. F.; FRANCO, G. A. Threats to the cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 355-363, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v64n4/05.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2013.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412p.

ETTORI, L. C.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; ZANATTO, A. C. S.; BOAS, O. V. 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.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B.; FERREIRA, A. B.; ZANATTO, A. C. S. Conservação *ex situ* dos recursos genéticos de ipê-amarelo (*Tabebuia vellosi* Tol.) através de teste de procedências e progênes. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.7, n. 2, p.157-168, 1995.

FREITAS, M. L.; AUKAR, A. P. A.; SEBBEN, A. M.; MORAES, M. L. T.; LEMOS, E. G. M. Variação Genética em Progênes de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. ALLEMÃO em três sistemas de cultivo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 319-329, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n3/a01v30n3.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2013.

FREITAS, M. L. M.; SEBBEN, A. M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S.; VERARDI, C. K.; PIMHEIRO, A. N. Parâmetros genéticos em progênes de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, p. 95-102, 2006.

FREITAS, M.L.M.; SEBBEN, A.M.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E.; HAYASHI, P.H.; MORAES, M.L.T Variação e parâmetros genéticos em dois bancos de germoplasma de *Tabebuia heptaphylla* (Velloso) Toledo. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 13-22, 2008.

GUERRA, C. R. S. B.; MORAES, M. L. T.; SILVA, C. L. S. P.; CANUTO, D. S. O.; ANDRADE, J. A. C.; FREITAS, M. L. M.; SEBBEN, A. M. Estratégias de seleção dentro de progênes em duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 079-087, 2009.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP - Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p

ITOMAN, M.K.; SIQUEIRA, A.C.M. de F.; CAVASSAN, O. Descrição de quinze espécies arbóreas de mata mesófila do estado de São Paulo ameaçadas de extinção. **Salusvita**, Bauru, v.11, n.1, p.38, 1992.

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

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, p. 383-392, 1990.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32 p. 65-70, 1998.

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

KRONKA, F. J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, C. K. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente / Instituto Florestal Imprensa Oficial, 2005. 200 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 368 p.

LONGUI, E. L.; LOMBARDI, D. R. ALVES, E. S. Six potential woods for bows of stringed instruments: Organoleptic properties, machining and commercial availability. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 203-216, 2011. Disponível em: http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/RIF23-2/p.203-216.pdf Acesso em 07 jan. 2014.

MANFIO, C. E.; MANFIO, C. E.; MOTOIKE, S. Y.; RESENDE, M. D. V.; SANTOS, C. E. M.; SATO, A. Y. Avaliação de progênies de macaúba na fase juvenil e estimativas de parâmetros genéticos e diversidade genética. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69, p. 63-68, 2012.

McKAY, J. K.; CHRISTIAN, C. E.; HARRISON, S.; RICE K. J. How local is local? A review of practical and conceptual issues in the genetics of restoration. **Restoration Ecology**, Malden, v. 13, p. 432-440, 2005.

MONTOYA, L. J.; MEDRADO, M. J. S.; MASCHIO, L. M. A. **Aspectos de arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril**. In. SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, Colombo, Embrapa-CNPq, p. 157-172, 1994.

MORAES, M. A. SILVA, E.C.B.; KUBOTA, T.Y.K.; PUPIN, S.; ZARUMA, D.U.G.; SILVA, A. M.; MORAES, M.L.T. **Genetic variability in progenies *Dipteryx alata* Vog. coming in three states of Brazil**. IN: FOREST GENETICS 2013, Whistler, British Columbia, Canada. p. 52-53, 2013.

MORAES, M. L. T.; KAGEYAMA, P. Y.; JACOMINO, A. P. Parâmetros genéticos em progênies de *Pinus kesiya* Royle ex Gordon, em diferentes idades, na região de Selvíria - MS. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão - SP, set 22-27, 1990. **Anais...** São Paulo, SBS. p. 496-502.

NABOUT, J. C. SOARES, T. N.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; MARCO, J. P.; TELLES, M. P. C.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J. Combining multiple models to predict the geographical distribution of the Baru tree (*Dipteryx alata* Vogel) in the Brazilian Cerrado. **Brazilian Journal Biology**, São Carlos, v. 70, n. 4, p. 911-919, 2010.

NETO, A. L.; SILVA, J. R. M.; LIMA, G. F. R. Efeito das diferentes madeiras no isolamento acústico. **Floresta**, Curitiba. v. 38, n. 4, p. 673-682, 2008. Disponível em: http://www.iflorestal.sp.gov.br/RIF/RevistaIF/RIF12-1/RIF12-1_59-66.pdf Acesso em 07 jan 2014.

NEGREIROS, J. R. S. ; ALEXANDRE, R. S.; ALVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D. Divergência genética entre progênies de Maracujazeiro-amarelo com base em características das plântulas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 197-201, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010029452008000100036&lng=en&nrm=iso, Acesso em: 27 Nov. 2013.

OLIVEIRA, M. I.; 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 Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-84042008000200002&script=sci_arttext, Acesso em: 26 Dic. 2013.

PÁDUA, J. G.; BEARZOT, E.; TORRES, G. A.; DAVIDE, L. C.; ROSADO, S. C. S. Diversidade e estrutura genética de três procedências de baru (*Dipteryx alata* Vog.) por meio de RAPD. **XI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA**, Lavras, p.129, 1998.

PAULA, J.E. Caracterização anatômica de madeiras nativas do cerrado com vistas à produção de energia. **Cerne**, Brasília, DF. v. 5, n. 2, p. 26-40. 1999.

PAGLIARINI, M. K.; KONRAD, E. C. G.; SILVA, F. C.; SAMPAIO, M.; SATO, A. S.; MACHADO, J. A. R.; FREITAS, M. L. M.; AGUIAR, A. V.; MORAES, M. L. T.; SEBBEN, A. M. et al. Variação Genética de caracteres de crescimento em progênies de *Dipteryx alata*. In: **Anais- II CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS**, 2012. 4 p.

PEREIRA, B.A.S. Plantas nativas do cerrado pastadas por bovinos na região geoeconômica do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS NATIVAS, 1., 1983, Olinda. **Anais ... Recife: EMBRAPA/PA**, 1983.

POTT, A.; POTT, V. J.; BUENO, A. A. S. **Plantas úteis à sobrevivência no pantanal**, IV SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL. Corumbá/MS, 23 a 26 Nov. 2004.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F.; DIAS, T. A. B.; SILVA, M. R. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos Estados compreendidos pelo Bioma Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.5, p.5-43, 2000.

REIS, E. F.; REIS, M. S.; SEDYAMA, T.; CRUZ, C. D. Estimativa de variâncias e herdabilidades de algumas características primárias e secundárias da produção de grãos em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 749-761, 2002.

RESENDE, M. D. V. Delineamento de experimentos de seleção para maximização da acurácia seletiva e do progresso genético. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.4, p.479-500, 1995.

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

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

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestal, 2007a. 561 p.

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

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP: Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007b. p. 360.

ROCHA, R. B.; VIEIRA, A. H.; GAMA, M. M. B.; ROSSI, L. M. B. Avaliação genética de procedências de bandarra (*Schizolobium amazonicum*) utilizando REML/BLUP (Máxima verossimilhança restrita/Melhor predição linear não viciada). **Scientia Forestalis**, Piracicaba. v. 37, n. 84, p. 351-358, 2009a.

ROCHA, F. T.; LOPEZ, G. A. C.; SPEGEORIN, L.; YOKOMIZO, N. K. S.; MONTAGNA R. G.; FLORSHEIM, S. M. B. Durabilidade natural de madeiras em contato com o solo V-avaliação final (20 anos). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo. v. 12, n. 1, p. 59-66, 2000. Disponível em: http://www.iflorestal.sp.gov.br/RIF/RevistaIF/RIF12-1/RIF12-1_59-66.pdf Acesso em 07 jan. 2014.

ROCHA, R. B.; ROCHA, M. G. B.; SANTANA, R. C.; VIEIRA, A. H. Estimação de Parâmetros Genéticos e Seleção de Procedências e Famílias de *Dipteryx alata* Vogel (BARU) utilizando metodologia de REML-BLUP e E(QM). **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 331-338, 2009b.

SANO S. M.; FONSECA C. E. L. Taxa de Sobrevivência e Frutificação de Espécies Nativas do Cerrado: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 83. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 20 p. 2003.

SAMPAIO, P. T. B.; RESENDE, M. S. V.; ARAUJO, A. J. Estimates of genetic parameters and selection methods for genetic improvement of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 35, n. 11, p. 2243-2253, 2000

SEBBENN, A. M. Tamanho amostral para conservação “*ex situ*” de espécies arbóreas com sistema misto de reprodução. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo. v. 15, n. 2, p. 147-162, 2003.

SEBBENN, A. M.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; KAGEYAMA, P. Y.; MACHADO, J. A. R. 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 de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltrophorum dubium* em teste de progênes misto. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v. 13, p. 201-211, 2001.

SILVA, A. K. & EGITO, M. Rede de Comercialização Solidária de Agricultores Familiares e Extrativistas do Cerrado: um novo protagonismo social. **Agriculturas**, Rio de Janeiro. v. 2, n. 2, p. 14-16, 2005.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos Cerrados: informações exploratórias**. Planatina: Embrapa – CAPAC, 1997. 24p.

SILVA, J. M. AGUIAR, A. V.; MORI, E. S.; MORAES, M. L. T. Divergência genética entre progênes de *Pinus caribaea var caribaea* com base em caracteres quantitativos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69, p.69-77, 2012.

SIQUEIRA, C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do cumbaru *Dipteryx alata* Vog. – Leguminosae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo. v. 5, n. 2, p. 231-243, 1993.

SOARES, T. N.; CHAVES, L. J.; TELLES, M. P. C.; DINIZ FILHO, J. A. F.; RESENDE, L. V. Distribuição espacial da variabilidade genética intrapopulacional de *Dipteryx alata*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1151-1158, 2008.

TARAZI, R.; MORENO, M. A.; GANDAR, F. B.; FERRAZ, E. M.; MORAES, M. L. T.; VISON, C. C.; CIAMPI, A. Y.; VENCOSKY, R; KAGEYAMA, P. Y. High levels of genetic differentiation and selfing in the Brazilian cerrado fruit tree *Dipteryx alata* Vog. (Fabaceae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto. v. 33, n. 1, p.78-85, 2010.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUDE-PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirinópolis, estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, n. 60, v. 2, p. 113-117, 2001.

TOLEDO FILHO, D.V. Competição de espécies arbóreas de cerrado. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, p.61-70, 1988.

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

TUNG, E. S. C.; FREITAS, M. L. M.; FLORSHEIM, S. M. B.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; SANTOS, F. W.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética para caracteres silviculturais e anatômicos da madeira em progênies de *Myracrodruon urundeuva* (Engler) Fr. Allem. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 499-508, 2010.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUDE-PIMENTEL, S.; GARBELOTTI, M. L.; CAMPOS, N. C. Composição química e o perfil de ácidos graxos das sementes de quatro espécies de palmeira cultivadas no estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, Piracicaba, v. 13, n. 2, p. 147-154, 2001.

VERA, R.; SOARES JUNIOS, M. S. S.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. B. S.; FERNANDES, E. P.; CALIARI, M.; LEANDRO, W. M. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no Cerrado do Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 112-118, 2009a. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010029452009000100017&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em 07 jan. 2014.

VERA, R. & SOUZA, E. R. B. Barú. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 112-118, 2009b. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010029452009000100001&lng=pt&nrm=iso> Acesso em 07 jan. 2014.

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

APENDICE

APÉNDICE 1. Croqui do teste de progênes/procedências de *Dipteryx alata* em Selvíria-MS.

TESTE DE PROGÊNES DE BARU (*Dipteryx alata* VOGEL)

INSTALAÇÃO: 19/04/2004; ESPAÇAMENTO: 3 x 3 m; LOCAL: FEPE - Selvíria/MS

PLANTAS/PARCELA: 6; DELINEAMENTO ESTATÍSTICO: Blocos Casualizados

MG

GO

MS

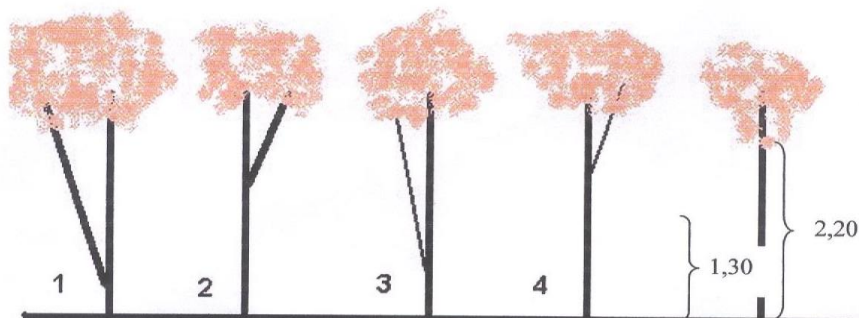
TP-MISTO

Á R E A	P R O D U Ç Ã O	REP V	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			*	34	14	33	13	6	*	*	*	*
			*	40	23	35	39	11	21	28	27	32
			*	18	1	19	20	36	29	17	22	8
			*	26	5	12	9	41	7	15	4	31
			*	9	4	18	5	17	12	1	2	30
			*	29	3	43	33	13	36	25	2	21
			*	18	17	26	7	24	47	23	30	5
			*	32	11	16	19	1	25	21	45	28
			*	8	15	31	39	34	38	9	6	2
		REP IV	*	12	9	1	34	29	8	23	7	33
			*	2	16	21	37	28	6	41	18	26
			*	11	3	14	19	35	17	36	20	10
			*	18	22	15	27	38	13	4	39	40
			*	10	25	17	4	2	3	9	16	21
			*	1	37	32	21	16	3	14	5	15
			*	43	28	7	47	30	48	45	2	36
			*	11	6	13	24	9	17	19	33	38
			*	10	26	5	23	29	18	39	31	8
			*	14	39	34	19	9	16	17	29	15
		REP III	*	23	8	6	2	5	40	31	37	12
			*	4	22	20	7	30	3	38	10	13
			*	4	33	35	11	36	26	1	27	18
			*	15	25	18	16	12	17	5	21	3
			*	5	24	38	21	25	13	15	9	10
			*	17	23	43	31	1	19	28	30	6
			*	16	18	36	45	7	11	34	2	33
			*	39	8	26	29	48	37	47	9	10
			*	10	11	*	*	*	*	*	*	*
			*	26	34	41	30	1	32	29	3	38
		REP II	*	36	19	21	37	33	18	5	8	2
			*	23	15	16	27	31	35	40	6	17
			*	10	21	5	14	4	13	20	28	22
			*	9	25	18	15	4	16	12	2	1
			*	2	32	1	5	23	25	33	11	45
			*	47	3	41	19	8	31	24	14	37
			*	10	18	28	12	36	38	30	13	21
			*	43	17	48	39	9	26	16	6	15
			*	8	17	29	28	12	33	*	*	*
			*	41	16	21	31	39	27	9	4	6
		REP I	*	26	34	18	22	37	3	30	23	5
			*	7	36	38	1	13	19	11	35	40
			*	16	2	25	18	3	21	15	32	15
			*	14	17	12	4	10	1	9	17	26
			*	41	23	44	10	40	2	3	22	6
			*	21	8	11	9	7	24	47	33	31
			*	45	18	32	13	12	19	1	36	16
			*	28	43	15	30	25	37	29	34	5
			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

A
S
S
E
T
A
M
E
N
T
O

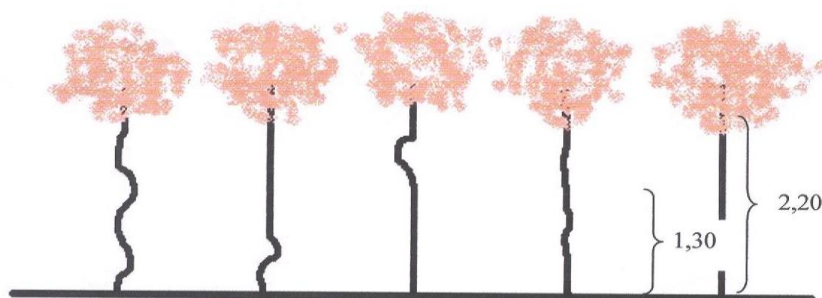
APENDICE 2. Escala e Notas para Bifurcação e Retidão (Guerra et al. 2009).

ESCALA DE NOTAS PARA BIFURCAÇÃO, CONSIDERANDO UM FUSTE DE 2,20 m:



- 1: Bifurcação abaixo de 1,30 com diâmetro igual ao fuste principal;
- 2: Bifurcação acima de 1,30 com diâmetro igual ao fuste principal;
- 3: Bifurcação abaixo de 1,30 com diâmetro inferior ao fuste principal;
- 4: Bifurcação acima de 1,30 com diâmetro inferior ao fuste principal;
- 5: Sem bifurcação

ESCALA DE NOTAS PARA RETIDÃO, CONSIDERANDO UM FUSTE DE 2,20 m:



- 1: Tortuosidade acentuada em toda extensão;
- 2: Tortuosidade acentuada abaixo de 1,30;
- 3: Tortuosidade acentuada acima de 1,30;
- 4: Leve tortuosidade em toda extensão;
- 5: Sem tortuosidade.