



UFG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E
MELHORAMENTO DE PLANTAS**

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E VARIAÇÃO
GENÉTICA QUANTITATIVA EM
Dipteryx alata Vog. (BARUEIRO) DO CERRADO**

ELIAS EMANUEL SILVA MOTA

Orientador:
Prof. Dr. Lázaro José Chaves

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

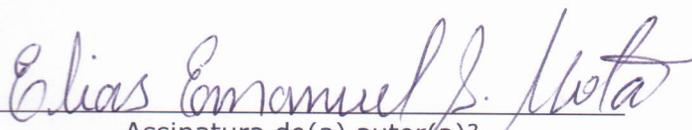
Nome completo do autor: Elias Emanuel Silva Mota

Título do trabalho: CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E VARIAÇÃO GENÉTICA QUANTITATIVA EM *Dipteryx alata* Vog. (BARUEIRO) DO CERRADO

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Data: 11/04/2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à Coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

² A assinatura deve ser escaneada.

ELIAS EMANUEL SILVA MOTA

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E VARIAÇÃO GENÉTICA
QUANTITATIVA EM *Dipteryx alata* Vog. (BARUEIRO) DO
CERRADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, da Universidade Federal de Goiás, como exigência para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas. Área de concentração: Conservação e Melhoramento de Espécies do Cerrado.

Orientador:

Prof. Dr. Lázaro José Chaves

Coorientadora:

Prof^ª. Dra. Thannya Nascimento Soares

GOIÂNIA, GO - Brasil

2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Emanuel Silva Mota, Elias
CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E VARIAÇÃO GENÉTICA
QUANTITATIVA EM *Dipteryx alata* Vog. (BARUEIRO) DO CERRADO
[manuscrito] / Elias Emanuel Silva Mota. - 2013.
84 f.

Orientador: Prof. Dr. Lázaro José Chaves; co-orientadora Dra.
Thannya Nascimento Soares.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Genética &
Melhoramentos de Plantas , Goiânia, 2013.

Bibliografia.

Inclui mapas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Cerrado. I. José Chaves, Lázaro, orient. II. Título.

CDU 575

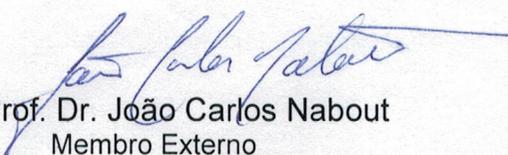


ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE ELIAS EMANUEL SILVA MOTA.
Aos vinte e sete dias do mês de Março do ano de dois mil e treze (27.03.2013), às 14h00min, no Auditório PPGA da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora, Prof. Dr. Lázaro José Chave – Presidente/Orientador; Prof^a. Dr^a. Rita Maria Devós Ganga; Prof. Dr. João Carlos Nabout e Prof^a. Dr^a. Sueli Matiko Sano. Sob a presidência do orientador, e em sessão pública, procedeu-se à avaliação da defesa de Dissertação intitulada “**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E VARIAÇÃO GENÉTICA QUANTITATIVA EM *Dipteryx alata* Vog. (BARUEIRO) DO CERRADO**”, de autoria de **Elias Emanuel Silva Mota**, discente do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, no nível de Mestrado, da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Lázaro José Chaves, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação que, em 40 minutos, apresentou o seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca argüiu o mestrando, tendo-se adotado o sistema de diálogo seqüencial. Ao final, a banca reunida em separado procedeu a avaliação da defesa. O título da dissertação foi alterado para“

_____”. De acordo com a Resolução nº 1053/2011, do CEPEC - Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura, que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, e desde que procedidas às correções recomendadas, a Dissertação será considerada APROVADA pela Banca Examinadora, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de MESTRE EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, pela Universidade Federal de Goiás. O mestrando deverá efetuar as modificações eventualmente sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar a versão definitiva da Dissertação à Secretaria do PGMP, no prazo máximo de trinta dias após a data da Defesa. A conclusão do Curso e a emissão do Diploma dar-se-ão após o cumprimento do Artigo 52 da Resolução CEPEC nº 1053/2011. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa Dissertação, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de procedidas as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades de pauta, às ___h___min. A presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação e, para constar eu, Jéssica Almeida, secretária PGMP, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, segue assinada pelos membros da Banca Examinadora, em duas vias de igual teor.


Prof. Dr. Lázaro José Chaves
Presidente/Orientador


Profª. Drª. Rita Maria Devós Ganga
Membro Interno


Prof. Dr. João Carlos Nabout
Membro Externo


Profª. Drª. Sueli Matiko Sano
Membro Externo

Nem tudo
Que é torto
É errado

Vide pernas
Do Garrincha
E as árvores
Do cerrado

Nikolaus Von Behr

Aos meus grandes amores, de codinomes; mães, rainhas e mulheres: Romilda Rosa Mota, Anair Marcelino e Alice Marcelino. Vocês fazem da minha estadia nesse mosaico de ambientes em que buscamos viver, uma simples e feliz caminhada.

DEDICO

Em especial a minha irmã Cleuza Rosa Mota que não se encontra mais em nosso meio. Você sempre me ensinou que mesmo a vida sendo difícil vale a pena lutar por um sorriso no rosto daqueles que amamos. Ofereço também a todos os meus irmãos, mesmo não sendo os nossos laços ligados pelo compartilhamento de herança paterna, o meio nos ensinou a sermos mais que irmãos, uma grande família.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus por ser a luz nos meus sonhos, aquele que me acalenta nos momentos de maiores angustias e me faz enxergar a cada dia mais que o amor é no final tudo que nos resta em meio ao aprendizado, as lutas e conquistas.

“O amor é sofredor, é benigno; o amor não é invejoso;
o amor não trata com leviandade, não se ensoberbece.
Não se porta com indecência, não busca os seus interesses,
não se irrita, não suspeita mal;
Não folga com a injustiça, mas folga com a verdade;
Tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.” 1 Coríntios 13. 4-7.

Aos meus tesouros que costumo chamar de mãe, madrinha; Romilda Rosa Mota, Anair Marcelino e Alice Marcelino Mateus. Amo muito vocês.

Ao meu professor e orientador, Dr. Lázaro José Chaves que contribuiu muito com o meu aprendizado. Obrigado pela paciência, pelas palavras de conforto e por ser essa pessoa humilde e carismática. Com toda certeza, você é um ótimo mestre.

Aos meus 27 irmãos, amo cada um em especial, uns tenho mais afinidade, outros brigo mais, alguns pego mais no pé, os mais sérios procuro mostrar que a vida é um presente, então, porque não sorrir? Aos mais novos procuro ser um exemplo e aos mais velhos devo respeito e agradecimento por terem ajudado a ensinar-me o caminho a ser trilhado. Sem preferências, em especial, às minhas maninhas Raquel Rosa Mota e Salma Lays, chatas e pegadoras no pé, mas estão comigo todos os dias, para o que der e vier. E a chatinha e que tanto gosto, Taísa. Eu vejo você.

Às duas irmãs que foram presente de Deus em minha vida, Aline Marcelino e Luciana Borges, com vocês estou sempre sorrindo, brigando e mais que isso, estamos sempre nos apoiando. Obrigado pelas palavras de consolo nessa fase da minha vida, pelas ajudas em todas as áreas. Amo muito vocês.

Aos meus amigos de infância, Mondrian Peixoto, Elaine Senna e a sobrinha, neguinha, Talita Cristina Mamedes. Sem vocês em minha vida tudo teria sido como nossa macarronada preferida, mas sem tempero.

Aos meus padrinhos, Agenasci, João Borges e Antônio Carlos, por sempre me apoiarem e pelo aprendizado de vida que tenho com vocês.

À minha amiga Nara que partilhou comigo momentos alegres e difíceis de minha vida. Aprendi muito contigo e quero levar essa amizade para toda a vida.

À Carolina, que se tornou uma excelente amiga, obrigado por estar sempre disposta a ajudar-me, pelos conselhos, pelas palavras de conforto. Foi muito prazeroso trabalhar ao seu lado.

Às duas amigas de trabalho em campo, de cafezinho no mato, de conversas e gargalhadas compartilhadas, Anamaria e Naiara, ter as conhecido foi um presente de Deus. Que nossa paixão pelas aves nos dê sempre mais e mais estes momentos prazerosos que sempre compartilhamos. O melhor cafezinho do dia é com vocês.

Ao meu amigo Cristiano Monteiro pela paciência em acompanhar-me nas tardes de campo quando eu não tinha companhia de colegas da universidade. Mandarei para ti uma cópia da dissertação, pode ter certeza.

Ao parceiro de vida, Maycon Douglas, somos mais que amigos, você é o irmãozinho que pude escolher. Obrigado pela ajuda e estadia nos momentos difíceis.

À minha tia Bona (Adair), você é custosa, mas seu sobrinho te ama. Obrigado por sempre me ajuda quando preciso.

À Márcia por fazer parte da minha vida e ter se tornado uma grande amiga e confidente. E aos estagiários e amigos, Elton, Afonso, Fernandinha e todos os outros que contribuíram de alguma forma para chegarmos até aqui.

Aos negos, Sidney, Rony, Vilson e Wesley, vocês se tornaram bons amigos. E ao grande amigo Ronaldo Resende, por partilhar bons momentos em Goiânia city.

A todos os amigos da pós-graduação, em especial os que caminharam comigo nessa brincadeira, Odilas, Stella, Jaqueline, Kellen, Aline, foi muito bom cada momento compartilhado com vocês.

Ao prof. Dr. Ronaldo Veloso pelos momentos de conversa e de muito aprendizado, quero poder um dia partilhar o conhecimento com tamanha humildade, assim como você faz.

Quero agradecer ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoram de Plantas e a todos os professores, na pessoa da professora Dra Patrícia, pela oportunidade de incrementar meus conhecimentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse dar mais esse passo. Fica o meu mais sincero, OBRIGADO!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 O BIOMA CERRADO.....	16
2.2 FRUTÍFERAS NATIVAS DO CERRADO.....	18
2.3 O BARUEIRO.....	20
2.3.1 Ocorrência e descrição da planta	20
2.3.2 Utilização e importância sócio-econômica	22
2.4 DOMESTICAÇÃO DE FRUTÍFERAS NATIVAS.....	24
2.4.1 Variabilidade genética em populações naturais	26
2.4.2 Melhoramento de espécies nativas	28
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
3 CAPÍTULO 1: CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS E SEMENTES DE BARUEIRO (<i>Dipteryx alata</i> Vog.) DO CERRADO	39
RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	39
3.1 INTRODUÇÃO.....	40
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
3.3.1 Caracterização	46
3.3.2 Análise de variância e estimativas de parâmetros fenotípicos	52

3.3.3	Correlações.....	55
3.4	CONCLUSÕES.....	58
3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
4	CAPÍTULO 2: VARIABILIDADE GENÉTICA ENTRE SUBPOPULAÇÕES E PROGÊNIES DE BARUEIRO CONDUZIDAS EM TELADO.....	62
	RESUMO.....	62
	ABSTRACT.....	62
4.1	INTRODUÇÃO.....	63
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	64
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4.3.1	Caracterização.....	72
4.3.2	Análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos.....	78
4.4	CONCLUSÕES.....	81
4.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
5	CONCLUSÕES GERAIS.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.2.1	Localização das áreas de coleta das 25 subpopulações de <i>Dipteryx alata</i> Vog. amostradas no Cerrado.....	43
Figura 3.3.1	Histogramas representando a distribuição de frequências das variáveis de frutos de <i>D. alata</i> . MFR: Massa do fruto (g), CFR: Comprimento do fruto (mm), LFR: Largura do fruto (mm), EFR: Espessura do fruto (mm), C/LF: Relação comprimento pela largura do fruto e C/EF: Relação comprimento pela espessura do fruto.....	49
Figura 3.3.2	Histogramas representando a distribuição de frequências das variáveis de sementes de <i>D. alata</i> . MSE: Massa total da semente (g), CSE: Comprimento da semente (mm), LSE: Largura da semente (mm), ESE: Espessura da semente (mm), C/LS: Relação comprimento pela largura da semente e C/ES: Relação comprimento pela espessura da semente.....	50
Figura 4.2.1	Localização das áreas de coleta das 25 subpopulações de <i>Dipteryx alata</i> Vog. amostradas no Cerrado.....	65
Figura 4.3.1	Distribuição de frequências para os caracteres de emergência e crescimento de mudas de <i>D. alata</i> . TE: Número de dias para emergência, ALTI: Altura das plântulas inicial (cm), ALT: Altura das plântulas final (cm), TCALT: Taxa de crescimento da altura em mês (cm), DIAI: Diâmetro do colo inicial (mm), DIAF: Diâmetro do colo final (mm).....	73
Figura 4.3.2	Distribuição de frequências para os caracteres de crescimento de mudas de <i>D. alata</i> . TCALT: Taxa de crescimento do diâmetro em mês (cm), CFOL: Comprimento do folíolo (cm), LFOL: Largura do folíolo (cm); NFOL: Número de folíolos por folha; TTFO: Tamanho total da folha (cm) e NINT: Número de internódios.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.2.1	Localidades e coordenadas geográficas das 25 subpopulações de <i>Dipteryx alata</i> Vog. amostradas no Cerrado	44
Tabela 3.2.2	Esquema da análise de variância e esperanças dos quadrados médios conforme o modelo estatístico hierárquico como efeitos de subpopulações, matrizes dentro de subpopulações e frutos dentro de matrizes, para caracteres físicos de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	45
Tabela 3.3.1	Média por subpopulação, valores mínimos e máximos (médios por planta) e coeficientes de variação fenotípica (CV) de caracteres físicos de frutos e sementes de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	47
Tabela 3.3.2	Análise de variância de 13 caracteres físicos de frutos e sementes de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	54
Tabela 3.3.3	Estimativas de coeficientes de correlação fenotípica total, correlação fenotípica entre médias das subpopulações (Subpopulações), entre médias de matrizes dentro das subpopulações (Matrizes (Sub)) e entre frutos dentro de matrizes (Frutos (Mat)) para as variáveis estudadas de frutos e sementes de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	56
Tabela 4.2.1	Localidades e coordenadas geográficas das 25 subpopulações de <i>Dipteryx alata</i> Vog. amostradas no Cerrado.....	66
Tabela 4.2.2	Esquema da análise de variância e esperanças dos quadrados médios conforme o modelo estatístico hierárquico como efeitos de subpopulações e progênies dentro de subpopulações para caracteres quantitativos de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	68
Tabela 4.2.3	Esquema da análise de variância e esperanças dos quadrados médios conforme o modelo estatístico hierárquico como efeitos de subpopulações e progênies dentro de subpopulações para caracteres quantitativos de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	69
Tabela 4.3.1	Média por subpopulação, valores mínimos, máximos e coeficientes de variação fenotípica (nível de plantas) de dados de germinação, tempo de emergência e caracteres morfológicos de plântulas de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	72
Tabela 4.3.2	Teste ‘t’ entre as plântulas oriundas de sementes nuas e frutos	

	inteiros da porcentagem, tempo de emergência e caracteres morfológicos das plântulas de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	75
Tabela 4.3.3	Média, valores mínimos e máximos (médios por planta) e coeficientes de variação fenotípica (CV) de caracteres avaliados para o sistema radicular e parte aérea das plântulas de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	76
Tabela 4.3.4	Médias de plântulas oriundas de sementes nuas (Média S.N.), médias de plântulas oriundas de frutos inteiros (Média F.I) e teste 't' entre as plântulas oriundas de sementes nuas e frutos inteiros dos caracteres avaliados para o sistema radicular e parte aérea das plântulas de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	77
Tabela 4.3.5	Análise de variância de 12 caracteres avaliados de plântulas de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	78
Tabela 4.3.6	Análise de variância de 3 caracteres do sistema radicular e 3 variáveis da parte aérea, de plântulas de <i>Dipteryx alata</i> Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.....	80

RESUMO

MOTA, E. E. S. **Caracterização fenotípica e variação genética quantitativa em *Dipteryx alata* Vog. (Barueiro) do Cerrado.** 2013. 84f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ocupando 23% do território nacional, apresenta uma vegetação com diversas fitofisionomias e possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo. O barueiro devido a sua ampla distribuição geográfica é uma espécie com a possibilidade de apresentar altos níveis de diversidade genética, conferindo assim capacidade de ocupar diferentes habitats. A espécie em questão apresenta uma multiplicidade de usos, constituindo-se em espécie chave para estudos de domesticação e cultivo. O presente trabalho objetivou obter informações sobre os padrões de variação fenotípica para algumas características de frutos, sementes e mudas de baru e estimar a variabilidade genotípica existente entre e dentro de 25 subpopulações naturais de *Dipteryx alata* Vog. com base em dados quantitativos, contribuindo para medidas de conservação e auxílio em futuros programas de melhoramento genético da espécie. Foram coletados frutos de plantas de barueiro de 25 regiões, em seis estados, amostrando seis matrizes por subpopulação, com coleta de, pelo menos, 25 frutos por matriz. Os dados de caracteres físicos de frutos e sementes foram submetidos à análise descritiva, análise de variância e correlação entre caracteres. Houve variação significativa para todas as variáveis avaliadas, em todos os níveis hierárquicos avaliados; entre frutos dentro de matrizes, entre matrizes dentro de subpopulações e entre subpopulações para os caracteres de frutos e sementes avaliados. Houve variação entre progênies dentro de subpopulações e entre subpopulações para altura inicial e final, número de folíolos, tamanho total da folha, número de internódios e comprimento da parte aérea das plântulas. A maior proporção da variabilidade foi observada entre matrizes dentro de subpopulações. A análise de correlação demonstrou a existência de correlações significativas para a maioria dos pares de caracteres de frutos avaliados nos diferentes níveis hierárquicos. A herdabilidade encontrada para a altura final de mudas, a massa fresca e a massa seca da parte aérea indica possibilidade de ganhos por seleção para estes caracteres.

ABSTRACT

MOTA, E. E. S. **Phenotypic and genetic variation in quantitative traits of *Dipteryx alata* Vog. (Barueiro) from Brazilian Cerrado.** 2013. 84f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

The Cerrado biome is the second largest in Brazil, occupying 23% of the national territory, has several vegetation types, and has the richest flora among the world's savannas. The baru tree, due to its wide geographic distribution, is a species with the ability to display high levels of genetic diversity, thus providing the ability to occupy different habitats. The species in question has a multitude of uses, constituting a key species for studying domestication and cultivation. This study aimed to obtain information about the patterns of phenotypic variation for some traits of fruits, seeds and seedlings of baru and to estimate the genotypic variability among and within 25 natural subpopulations of *Dipteryx alata* Vog., based on quantitative data. Fruits were collected from plants of 25 regions in the Cerrado biome, sampling six plants per subpopulation and, at least, 25 fruits per plant. The data were submitted to descriptive analysis, analysis of variance and correlation between traits. There was significant variation for all variables at all levels evaluated; among fruits within plants, among plants within subpopulations and among subpopulations for the fruits and seed traits evaluated. There was variation among progeny within subpopulations and among subpopulations for initial and final height, number of leaves, total leaf size, number of internodes and root length of seedlings. A greater proportion of variability was observed between plants within subpopulations. Correlation analysis demonstrated significant correlations for most pairs of characters of fruit evaluated at different hierarchical levels. The heritability found for final height, fresh weight and dry weight of shoots indicates possibility of gains from selection for these characters.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ocupando 23% do território nacional, sendo superado em área apenas pela Amazônia. Apresenta uma vegetação com diversas fitofisionomias, e possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo (Myers et al., 2000; Klink & Machado, 2005). Possui mais de 7000 espécies, que representam 26% do total de gêneros das fanerógamas estimado para a América do Sul, e alto nível de endemismo, 44% para as plantas vasculares (Klink & Machado, 2005; Ribeiro & Walter, 2008).

As frutíferas nativas do Cerrado são espécies de diversos gêneros e famílias que constituem importante fonte de alimento para os animais, produzindo frutos de interesse tanto para a alimentação “*in natura*” quanto para a industrialização. Há um mercado potencial e crescente para as frutíferas nativas, porém pouco explorado pelos agricultores (Junqueira et al., 2008). Todo o aproveitamento desses frutos nativos tem sido feito de forma extrativista, já que muitos embora conhecidos, não são explorados e merecem maior atenção por parte da pesquisa (Felfili et al., 2004; Franzon, 2009).

O extrativismo e o desmatamento descontrolado podem comprometer de maneira irreversível as fontes de recursos genéticos. As perdas de variabilidade genética causadas pela atividade humana se devem, principalmente, à destruição de habitats naturais de populações de plantas (Paiva et al., 2003). A concentração de esforços na conservação genética de populações naturais deve ser determinada através de estudos que quantifiquem e caracterizem a distribuição da diversidade genética (Kageyama, 1987). Borges (1980) ressalta que o conhecimento da variabilidade existente em uma população a ser melhorada é o primeiro passo para a condução de um programa de melhoramento; logo, a variação nos caracteres avaliados constitui a matéria-prima para realização do melhoramento. Ao se trabalhar com espécies nativas, é fundamental então, o estudo da biologia reprodutiva, o conhecimento da estrutura genética, do tamanho efetivo populacional e da variação genética entre e dentro das populações (Kageyama, 1990).

O barueiro é uma leguminosa arbórea (Fabaceae), que ocorre geralmente em Cerrado Estrito Ssensu, Cerradão e Mata Seca (Lorenzi, 1998). Sua ampla distribuição geográfica é um indicativo da possibilidade da espécie apresentar altos níveis de diversidade genética, conferindo assim capacidade de ocupar diferentes habitats (Kageyama et al., 2003). A espécie em questão apresenta uma multiplicidade de usos, constituindo-se em espécie chave para estudos de domesticação e cultivo. É utilizada pela população humana e alguns grupos de animais. A polpa (mesocarpo) e semente são comestíveis e de sabor agradável. A amêndoa apresenta elevado valor nutricional. O óleo extraído da semente é utilizado na indústria alimentícia e farmacêutica. O baru nas pastagens é benéfico em razão de uso como abrigo para o gado, do valor energético e nutricional dos frutos e da manutenção da qualidade da forragem. A árvore apresenta uma madeira de alta densidade, compacta, com alta durabilidade, elevada resistência ao apodrecimento e é indicada para estacas, construção civil, paisagismo e recuperação de áreas degradadas (Ferreira, 1980; Almeida, 1998; Sano et al., 2004).

Embora estudos com espécies arbóreas do Cerrado venham sendo feitos, ainda há lacunas no conhecimento sobre a diversidade genética das espécies do Cerrado que precisam ser preenchidas (Junqueira et al., 2008). Diante da necessidade de informações mais abrangentes sobre o barueiro no Cerrado delineou o presente estudo, envolvendo ampla amostragem, com diversas subpopulações e plantas dentro de subpopulações. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou obter informações sobre os padrões de variação fenotípica para algumas características de frutos, sementes e mudas de baru e estimar a variabilidade fenotípica existente em 25 subpopulações naturais de *Dipteryx alata* Vog. com base em dados quantitativos, contribuindo para medidas de conservação e auxílio em futuros programas de melhoramento genético de espécies do Cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O BIOMA CERRADO

O bioma Cerrado está situado entre 5° e 20° de latitude Sul e de 45° a 60° de longitude Oeste, estando à maior parte de sua área localizada no Planalto Central do Brasil. Apresenta duas estações bem definidas: uma chuvosa, entre os meses de outubro a março, e outra estação seca, entre abril a setembro. Sua precipitação média anual é de 1.500 mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22°C e 27°C em média (Klink & Machado, 2005; Silva, Assad & Evangelista, 2008). Seu espaço geográfico desempenha papel fundamental no processo de distribuição dos recursos hídricos pelo país. Destaca-se como o local de origem de grandes bacias hidrográficas brasileiras e do continente sul-americano (Ranzini, 1971; Lima & Silva, 2008). Os Latossolos dominam a maior parte do bioma, mas encontra-se também um número significativo de outros solos que associados ao clima, favorecem o estabelecimento de grande diversidade de espécies vegetais (Reatto et al., 2008). Quanto à vegetação do Cerrado, dados apresentados por Mendonça et al (2008), em trabalho de revisão sobre sua flora, indicam um total de 11.426 espécies, distribuídas comumente entre as fisionomias e também de forma endêmica. Ressalta-se que diante de tal diversidade vegetal deve ser considerada fonte importante de matérias-primas de grande valor (Ribeiro et al., 2008).

De acordo com Ribeiro & Walter (2008), são descritos onze tipos principais de vegetação para o bioma, sendo elas formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado Sentido Restrito, Parque do Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre); e considerando-se os subtipos, neste sistema são reconhecidas 25 fitofisionomias.

As formações florestais são representadas por áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há a formação de dossel, contínuo ou descontínuo. As Matas Ciliares e de Galeria são fisionomias associadas a cursos de água, que podem ocorrer em

terrenos bem drenados e mal drenados, enquanto a Mata Seca e o Cerradão ocorrem em terrenos bem drenados, sem associação com curso de água (Aquino & Aquiar, 2007).

A Mata Ciliar acompanha os rios de médio e grande porte, não forma galerias e apresenta diferentes graus de caducifolia na estação seca. A Mata de Galeria possui fisionomia Florestal Sempre-verde, cerca rios de pequeno porte, forma galerias (corredores fechados) sobre o curso de água, e subdivide-se em: Mata de Galeria inundável (lençol freático se mantém próximo ou sobre a superfície) e não-inundável (lençol freático não se mantém próximo ou sobre a superfície). Apresenta uma característica peculiar, que é a presença de espécies epífitas. A Mata Seca apresenta diferentes graus de caducifolia durante a estação seca, subdividindo em: Mata Seca Sempre-verde, Semidecídua e Decídua. Quanto ao cerradão apresenta aspectos xeromórficos, com flores esclerofilas; fisionomicamente lembra floresta, mas florísticamente é semelhante ao cerrado, com dossel contínuo (Oliveira-Filho & Ratter, 2002; Ribeiro & Walter, 2008).

As formações savânicas são representadas por áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de dossel contínuo. O Cerrado Sentido Restrito caracteriza-se pela presença dos estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo definidos, com as árvores distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades. Subdivide-se em: Cerrado Denso, Típico, Ralo e Rupestre, dependendo da densidade e agrupamento arbóreo-arbustivo, com árvores baixas, tortuosas, sinais de queimada, folhas rígidas, grande pilosidade, caracteres que fornecem aspectos de adaptação às condições de seca (xeromorfismo). O Cerrado Rupestre apresenta indivíduos arbóreos concentrando-se nas fendas entre as rochas. O Parque de Cerrado apresenta árvores concentradas em locais específicos, geralmente são elevações denominadas murundus (cupinzeiros ativos ou inativos). O Palmeiral ocorre tanto em área bem drenada quanto mal drenada, havendo o predomínio de determinada espécie de palmeira arbórea; possui dossel descontínuo com macaubal (*Acrocomia aculeata*) ou gueroal (*Syagrus oleracea*), e dossel contínuo com o babaçual (*Attalea speciosa*). A vereda caracteriza-se pela presença de uma única espécie de palmeira, o buriti (*Mauritia flexuosa*); não há a formação de dossel e está condicionada ao afloramento do lençol freático, ocorrendo próximas às nascentes, ou na borda de matas de galeria. As Veredas exercem papel fundamental na manutenção da fauna do Cerrado, funcionando como local de pouso para a avifauna, atuando como refúgio, abrigo, fonte de alimento e local de reprodução também para a fauna terrestre e aquática (Oliveira-Filho & Ratter, 2002; Ribeiro & Walter, 2008).

As formações campestres são representadas por áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, faltando árvores na paisagem. O Campo Sujo apresenta arbustos e subarbustos entremeados no estrato herbáceo e subdivide-se em: Campo Sujo Seco (lençol freático profundo), Úmido (lençol freático alto) e com Murundus (área com micro-relevos mais elevados). No Campo Limpo predomina a vegetação herbácea, subdividindo-se em: Campo Limpo Seco, Úmido e com Murundus, com ausência completa de árvores. O Campo Rupestre ocorre em afloramento rochoso e possui uma composição florística com altos níveis de endemismos e plantas raras, geralmente ocorrendo em altitudes superiores a 900m, cujas árvores e arbustos são bastante espaçados e retorcidos. (Oliveira-Filho & Ratter, 2002; Ribeiro & Walter, 2008).

O Cerrado é considerado um dos 34 *hotspots* do mundo em virtude de sua diversidade biológica, endemismo e ameaça pela ocupação humana desordenada (Myers et al., 2000; Conservation International, 2004). Estudos recentes indicam que cerca de 60,5% deste bioma ainda possui a vegetação nativa em estado relativamente intacto, com presença de pastagem, entretanto, a destruição de seus ecossistemas continua de forma acelerada e 56% de suas terras foram convertidas para uso da agricultura ou pecuária (Machado et al., 2004; Sano et al., 2010a).

2.2 FRUTÍFERAS NATIVAS DO CERRADO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutíferas tropicais e subtropicais. Isso se deve à diversidade mesológica e fitogenética existentes no país. As ações de pesquisas para essas espécies estão direcionadas para seleção de material visando o aumento da produtividade, bem como melhor adaptabilidade e resistência e/ou tolerância aos fatores bióticos e abióticos (Ferreira & Salomão, 2000).

No Brasil as espécies nativas têm considerável importância social e econômica, fato comprovado pela crescente comercialização de seus frutos em feiras livres e até em supermercados de grande porte (Silva, 2006). O interesse por essas frutas tem atingido diversos segmentos da sociedade, entre os quais se destacam agricultores, indústrias, donas-de-casa, comerciantes, instituições de pesquisa e assistência técnica, cooperativas, universidades, órgãos de saúde e de alimentação, entre outros (Ávidos & Ferreira, 2000).

Em estudo realizado por Matteucci et al. (1995), constatou-se que um número superior a 170 espécies nativas do Cerrado são utilizadas das mais variadas formas, sendo

que muitas delas têm valor alimentício, medicinal ou industrial. Espécies nativas de uso múltiplos são aquelas que oferecem ao produtor recursos diversos ao longo de seu ciclo de vida, como folhas, frutos, flores, resinas, madeiras, cascas. Uma árvore de baru, por exemplo, aos 60 anos, oferecerá toras de madeira, mas, desde os 5 anos de idade produz frutos, cuja polpa alimenta o gado na seca e sua semente constitui uma amêndoa de excelente qualidade nutritiva e energética. O consórcio dessa espécie com outras de atributos similares agrega renda à propriedade rural, trazendo recursos financeiros desde os primeiros anos de plantio, enquanto um capital de reserva está sendo acumulado para o futuro (Ribeiro et al., 2008).

Algumas espécies nativas vêm despertando a atenção da indústria farmacêutica, pois as frutas são ricas em vitaminas e em substâncias antioxidantes, entre outras, como óleos essenciais que podem ser extraídos das folhas e de outras partes da planta (Franzon, 2009). Além disso, várias dessas espécies constituem possíveis alternativas para serem utilizadas como biocombustíveis, reduzindo assim a emissão de gases poluentes na atmosfera, sendo elas: macaúba, babaçu, baru, inajá, tucum, buriti e pequi (Ribeiro et al., 2008).

Estas espécies pouco conhecidas no mercado consumidor podem, a médio e a longo prazo, constituírem-se em espécies de importância comercial, principalmente para o pequeno produtor. Desse modo, há um grande campo com potencial a ser explorado para a inserção de novas espécies em sistemas produtivos. Entretanto, na maioria dos casos, cultivos comerciais não podem ser iniciados em decorrência do pouco conhecimento sobre a distribuição da variabilidade genética; falta de informações sobre técnica de cultivo e propagação, e sobre o crescimento e desenvolvimento dessas espécies (Franzon, 2009, Ribeiro et al., 2008).

Toda a comercialização das frutíferas do Cerrado ainda é baseada no extrativismo não sustentável, com pequenas exceções, como cadeias produtivas do pequi e da mangaba que já são organizadas e bem estruturadas e podem ser observadas no norte de Minas Gerais, Ceará, Goiás e Tocantins (Junqueira et al., 2012). O extrativismo não-sustentável contribui para a seleção e perpetuação de populações ou indivíduos inferiores, pois os coletores buscam os melhores frutos e as plantas mais produtivas para realizar as coletas, enquanto as menos produtivas continuam perpetuando na natureza (Felfili et al., 2004; Junqueira et al., 2008).

Dentre as espécies nativas do Cerrado oriundas do extrativismo vegetal estão: as fibras do buriti (*M. flexuosa*), os frutos do pequi (*C. brasiliense*), os frutos do baru ou cumbaru (*Dipteryx spp.*), as cascas tanantes do angico (*Anadenanthera macrocarpa*) e do barbatimão (*Stryphnodendron dstringens*) e os frutos da mangaba (*Hancornia spp.*) (Duboc, 2008).

Considerando-se a grande riqueza, a insuficiência de estudos para o Cerrado e a acelerada degradação causada por atividades humanas, faz-se necessária a mobilização para tornar o bioma Cerrado palco de ações efetivas visando o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à conservação da biodiversidade e ao estudo de espécies com potencial econômico, visando à domesticação, seleção de material genético superior e desenvolvimento de sistemas de cultivo (Alho, 2005; Ribeiro et al., 2008; Junqueira et al., 2012). Como afirmam Klink & Machado (2005), a conservação dos recursos genéticos, aliada a uma exploração sustentável e racional das plantas com potencial econômico, são medidas estratégicas para garantir a sobrevivência das espécies.

2.3 O BARUEIRO

2.3.1 Ocorrência e descrição da planta

O barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) é uma leguminosa arbórea (Fabaceae), que ocorre nas formações florestais cerradão e mata, nas áreas de transição entre cerrado e mata estacional ou mata de galeria e no cerrado sentido restrito. Apresenta ampla distribuição no Brasil, dentro do Bioma Cerrado, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Pará, Rondônia, São Paulo e de Tocantins. (Lorenzi, 1998, Sano et al., 2010b). Sua ampla distribuição geográfica lhe confere diversos nomes populares, como baru no estado de Goiás, Tocantins, Minas Gerais e Distrito Federal, cumaru ou cumbaru em São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Os outros nomes são barujó, castanha-de-burro, castanha-de-ferro, coco-feijão, cumaru-de-folha-grande, pau-cumaru e no exterior é conhecido como tonkabean (Lorenzi, 2002; Sano et al., 2004).

O barueiro é uma árvore que apresenta, comumente, 5 a 10 m de altura e de 6 m a 11 m de diâmetro da copa, podendo alcançar até 25 m de altura em solos mais férteis.

É uma árvore perenifólia a levemente caducifólia, com copa densa e arredondada (Lorenzi, 2002, Sano et al., 2010b).

As folhas são alternas, compostas, pinadas ou imparipinadas e pecioladas. O número de folíolos varia de 7 a 12 e são esverdeados, alternos ou subopostos, subsésseis ou com pecíolo de até dois mm de comprimento. O limbo é oblongo ou raramente suborbicular, de 4 cm a 12 cm de comprimento e 2 cm a 5 cm de largura (Almeida et al., 1998, Francisco, 2010). A inflorescência é do tipo panícula, formada na parte terminal dos ramos e nas axilas das folhas superiores, com cerca de 200 a 1000 flores (Almeida et al., 1998). As flores são hermafroditas, relativamente pequenas, odoríferas, diurnas e duram até 10 horas. As anteras produzem pólen com 94,4% de viabilidade. O estigma é recoberto por película que limita a autopolinização espontânea, impedindo a aderência do pólen (Almeida et al., 1998; Oliveira & Sigrist, 2008).

D. alata possui mecanismo de polinização intermediário entre os tipos explosivo (o polinizador pousa sobre o estandarte e, auxiliado pelo peso exercido com seu corpo juntamente com seus movimentos corporais vibratórios, é capaz de expor os órgãos reprodutivos que se encontram inclusos no complexo alas-quilha, posteriormente, introduzem o aparelho bucal na base dos elementos lorais para alcançar o néctar. Os órgãos reprodutivos da flor são liberados e entram em contato com a região dorsal do corpo do polinizador) e valvular (os polinizadores pousam sobre o estandarte e alas, empurrando-os para baixo; concomitantemente força-os para trás, com o auxílio da cabeça. Com isto, o estandarte se desencaixa das alas e carenas e os órgãos reprodutivos são liberados e contatam o corpo do polinizador). Esta espécie é alógama, possui auto-incompatibilidade de ação tardia e elevada taxa de aborto (eficácia reprodutiva= 0,45) (Oliveira & Sigrist, 2008). Estes autores afirmam que *Xylocopa suspecta* é o principal polinizador (16,6% das visitas), pois visita legitimamente as flores e apresenta forrageamento que promove fluxo polínico entre as plantas. As abelhas *Pseudaugochlora graminea* (15,3% das visitas) e *Apis mellifera* (39,5% das visitas), apesar da alta taxa de visitação, não são bons polinizadores (eficiência de polinização de 3,5% e 0%, respectivamente), pois geralmente não realizam movimento entre as plantas. *A. mellifera* pilha néctar em 45,5% das visitas realizadas, tornando a flor inviável à polinização. Os autores recomendam o manejo da abelha exótica *A. mellifera*, pois o aumento da produção de sementes em populações naturais de *D. alata* depende da manutenção dos polinizadores efetivos (abelhas solitárias).

O fruto é do tipo drupa, com cerca de 30 mm a 68 mm de comprimento, 15 mm a 48 mm de largura, 22 mm a 33 mm de espessura e massa de 14 g a 43 g (Corrêa et al., 2008; Sano et al., 2010b), ovóide e levemente achatado; epicarpo lenhoso, glabro quando maduro e marrom; mesocarpo espesso, fibroso-lenhoso e castanho-claro; endocarpo fino, coriáceo-fibroso, castanho-avermelhado, fusionado ao mesocarpo, deiscente após decomposição do mesocarpo (Francisco, 2010). O número de sementes é uma por fruto, sendo elipsóide com dimensão e massa variada, tendo sido constatada poliembrionia (Melhem, 1974). O comprimento e largura variam em média, respectivamente, de 10 mm a 26 mm e 8 mm a 13 mm, e a massa, de 0,9 g a 1,6 g. A cor do tegumento varia de marrom-avermelhado a quase preta (Sano, 1999; Sano et al., 2010b).

O barueiro floresce na estação chuvosa (4-6 meses) e o pico de frutificação ocorre na estação seca. A espécie apresentou variação na intensidade e período de floração e frutificação entre os anos (Sano et al., 2004). Oliveira & Sigrist (2008) observaram períodos de floração de outubro a janeiro (em 2004), com pico em novembro, e também floração de novembro a abril (2005-2006), com elevada produção de botões e flores em fevereiro. A frutificação iniciou dois meses após o começo da floração, apresentando frutos maduros durante a estação seca no Cerrado. A produção de frutos por plantas podem chegar a 5000 unidades, ressaltando que há variação na produção tanto entre árvores quanto entre os anos (Sano, 1999; Sano et al., 2004).

A dispersão do fruto é barocórica e zoocórica, realizada por morcegos que levam os frutos das árvores para o pouso de dormir, deixando-os cair. Os bovinos ingerem o fruto inteiro e eliminam o endocarpo com a semente. Os macacos também se alimentam das sementes, sendo mais predadores que dispersores (Sano et al., 2004).

As taxas de germinação do baru são favorecidas por ambientes a pleno sol, com 100% de luminosidade, porém, as diferenças de luminosidade não afetam o número médio de semanas para germinação. As diferenças na profundidade afetam a germinação média por semana e o número médio de semanas para germinação de sementes de baru, sendo que a semeadura deve ser efetuada entre um e três cm de profundidade. O início da germinação do baru ocorre na primeira semana e atinge sua estabilidade na segunda semana após o plantio (Fonseca et al., 1994; Corrêa et al., 2000).

2.3.2 Utilização e importância sócio-econômica

O barueiro, devido a sua multiplicidade de usos e seu potencial de mercado, é uma das espécies chaves entre as frutíferas do Cerrado que devem ser priorizadas para estudos de domesticação e cultivo (Junqueira et al., 2008). A espécie é utilizada pela população humana e alguns grupos de animais. A polpa (mesocarpo) e a semente são comestíveis e de sabor agradável. A amêndoa é consumida de diversas formas: torrada como aperitivo, pé-de-moleque, paçoca, rapadurinhas, cajuzinho, entre outras receitas (Almeida, 1998). Os frutos verdes ou imaturos têm mais tanino, alterando o sabor e a digestibilidade da polpa. Para consumo da polpa devem-se selecionar frutos maduros e com baixo teor de tanino, os quais são, geralmente, os preferidos pelos animais (Sano et al., 2004).

A amêndoa de baru apresenta elevado valor nutricional, com altos teores de proteínas e lipídios, e alta concentração de ácidos graxos insaturados. Os ácidos graxos de maior ocorrência nas amêndoas de baru são o oléico e o linoléico. Os macro e micronutrientes de maiores teores são: potássio, fósforo, enxofre e ferro (Vera et al., 2009). Da amêndoa também são produzidas bebidas alcoólicas, como; o baruzeto e licor de baru em Goiás, panetone e bombom são comercializados em confeitaria em Campo Grande, MS (Sano et al., 2004).

A semente produz um óleo muito fino comparável ao de oliva, sendo empregado como antirreumático (Ferreira, 1980). O óleo extraído da semente é utilizado na indústria alimentícia e farmacêutica devido ao seu alto teor de ácido oléico e linoléico (Takemoto et al., 2001). O óleo também é utilizado como aromatizante para o fumo (Almeida, 1998).

A árvore do baru, por apresentar madeira de alta densidade, compacta, com alta durabilidade e elevada resistência ao apodrecimento é indicada para estacas, postes, moirões, dormentes e construção civil, para a construção de carrocerias e implementos agrícolas. Também é indicado o uso da espécie em paisagismo e recuperação de áreas degradadas (Lorenzi, 1992; Sano et al., 2004).

Nas pastagens, o barueiro é benéfico em razão de uso como abrigo para o gado, do valor energético e nutricional dos frutos e da manutenção da qualidade da forragem. Rica em calorias, potássio e fósforo, a polpa é consumida pelo gado e pelos animais silvestres e domésticos durante a estação seca (Sano et al., 2004).

Não existem dados oficiais sobre a produção e comercialização dos produtos provenientes do baru até o momento. A exploração comercial de suas amêndoas é

sustentada no extrativismo. No entanto, a possibilidade de crescimento do mercado para os produtos do baru é promissora, devido às diversas utilidades apresentadas acima, facilidade no transporte e armazenamento, ausência de agrotóxicos e oferta para consumo durante o ano todo. Os produtos derivados do baru ainda são comercializados em feiras e lojas de produtos naturais (Sano et al., 2010b)

2.4 DOMESTICAÇÃO DE FRUTÍFERAS NATIVAS

A domesticação pode ser dita como um conjunto de processos, de técnicas e ações aplicadas de forma consciente ou inconsciente, que torna as populações mais adequadas às necessidades humanas (Ribeiro et al., 2008). Segundo Clemente (2001), a domesticação é uma classe evolutiva em que os humanos adicionam suas ações à ação da seleção natural, com ou sem consonância, sendo chamada de evolução dirigida e evolução prática por Harlan (1992).

A evolução, a co-evolução e a domesticação atuam primeiramente nas populações, antes de atuarem nas espécies, embora seja comum dizer que uma espécie foi domesticada. Contudo, uma espécie só é domesticada se todas suas populações não domesticadas foram extintas, o que é uma situação extremamente rara (Clement & Bovi, 1999). Clement (2001) caracteriza diferentes categorias de domesticação de plantas, de acordo com o grau de modificação dos genótipos e fenótipos, sendo elas: *silvestres*, *incidentalmente co-evoluída*, *incipientemente domesticada*, *semi-domesticada*, *domesticada*, *raça primitiva* e *cultivar moderna*.

A resposta fenotípica de uma planta à domesticação é imediata em caracteres que apresentam muita plasticidade fenotípica (caracteres que apresentam de baixa a média herdabilidade). Se esta resposta ocorre em um caractere de interesse humano, atuará para reforçar o interesse do humano na domesticação da planta e na domesticação da população de plantas (Clement, 2001).

É importante conhecer a população alvo da domesticação. Se a espécie for silvestre, é preciso saber mais sobre sua adaptação ecológica e biologia reprodutiva para poder definir uma população. Se a espécie inclui populações domesticadas, a população humana define a população alvo. Se a espécie inclui tanto populações silvestres como domesticadas numa determinada região, a estratégia precisa ser desenhada para amostrar ambos os tipos de populações (Clement, 2001).

O Brasil passou a mobilizar esforço para domesticação de espécies nativas apenas no século XX (Junqueira et al., 2008), embora Dean (1991) afirme que a domesticação de cada nova espécie ou variedade representa uma mudança não somente na balança comercial do país, mas também no balanço dos elementos que compõem os ecossistemas e a sociedade.

A justificativa dada por Junqueira et al. (2008) ao fato de a grande maioria das espécies cultivadas no país serem exóticas, é dada às espécies do Cerrado serem uma descoberta recente e detemos pouco conhecimento sobre elas, juntamente com o domínio cultural imposto pelas civilizações européias que introduziram as espécies vegetais e animais que mais lhe interessavam. Em trabalho realizado por Silva et al. (2001), são destacadas 58 frutíferas com potencial econômico, e de acordo com Junqueira et al. (2008), acredita-se que há pelo menos em torno de 100 espécies frutíferas com potencial econômico nas regiões de abrangência do Cerrado.

As únicas espécies nativas do Cerrado que passaram por um processo de semidomesticação, mas que também ocorrem naturalmente na Mata Atlântica e Amazônia úmida foram o abacaxi (*Ananas comosus* L Merr.) e os maracujás pertencentes às espécies *Passiflora edulis* Simmonds, *P. edulis* Simmonds *f. flavicarpa* Deneger e *P. alata* Curtis (o maracujá doce), sendo o Cerrado conhecido como centro de origem e diversidade do maracujá. Essas duas espécies são cultivadas atualmente em vários países e têm grande importância socioeconômica no Brasil (Junqueira et al., 2008).

Não basta apenas que o homem passe a cultivar determinada espécie para que ela se transforme em espécie cultivada, pois podem não ter perdido as propriedades que as caracterizam como selvagens, e nem irão adquirir qualidades que as transformem em cultivares (Pinto et al., 2001). Diante disso, é necessário fazer um trabalho de pré-melhoramento para obter os dados dos caracteres dessas espécies, para selecionar os ideótipos de maior rendimento e adaptabilidade às necessidades do homem (Junqueira et al., 2008). Assim, Kageyama (1987) chama a atenção que são imprescindíveis estudos que quantifiquem e caracterizem a distribuição da diversidade genética de populações naturais para os planos de conservação, melhoramento e domesticação das espécies.

2.4.1 Variabilidade genética em populações naturais

A diversidade genética é o material bruto sobre a qual a seleção natural atua para permitir a adaptação e evolução dos organismos e a sua adequação às mudanças ambientais. A perda da diversidade genética reduz o potencial evolutivo e está também associada com a redução do sucesso reprodutivo (Frankham et al., 2008). É amplamente reconhecida como um componente importante para garantir a sobrevivência das espécies por um longo período, sendo então, fundamental para a sustentabilidade, pois fornece material genético para a adaptação, evolução e sobrevivência das espécies, especialmente quando estão sob condições de alterações ambientais (Rajora & Mosseller, 2001).

A estrutura genética de uma população refere-se à magnitude e à organização da variabilidade genética nela presente, refletindo seus processos históricos e denotando de alguma forma a ação desses processos no presente e no futuro. Em condições naturais, a manutenção e dinâmica da estrutura genética de uma população é resultado da interação entre um conjunto de fatores evolutivos, tais como variação no conjunto gênico, organização dessas variações nos genótipos, distribuição espacial desses genótipos, sistema reprodutivo, dispersão da progênie no campo, eventos estocásticos e processos de crescimento, mortalidade e substituição que originam as futuras gerações (Loveless & Hamrick, 1984; Heywood, 1991). Dessa maneira, o estudo de padrões de distribuição espacial da variabilidade genética em populações vegetais tem se mostrado útil para a compreensão da influência dos processos espaciais na distribuição da variabilidade genética em diferentes escalas (Heywood, 1991; Diniz-Filho & Telles, 2000).

A variabilidade genética é introduzida continuamente nas populações por mutação e migração de indivíduos ou genes de outras populações e é perdida por deriva genética, por endocruzamento e, no caso de genes não neutros, pela seleção natural (Nei, 1987). Em geral, a seleção e deriva genética aumentam a diferenciação entre as populações, enquanto que aquelas espécies que exibem intenso movimento de pólen e sementes tem menor diferenciação do que as com fluxo genético restrito (Hamrick, 1983).

Uma das maneiras de conhecer uma espécie é estudando a sua diversidade genética através de características fenotípicas e moleculares. A variação entre os fenótipos em uma população surge das diferenças médias entre os genótipos e da variação ambiental. As variações de ambiente podem ofuscar as de natureza genética e quanto maior for a proporção da variabilidade decorrente do ambiente em relação à variabilidade total, mais difícil será selecionar genótipos de forma efetiva. Sendo assim, a variabilidade fenotípica entre plantas pode originar-se da diferença genética entre plantas, das diferenças de

ambientes nos quais as plantas estão crescendo e das diferenças devidas as interações entre plantas e ambientes (Paiva &Valois, 2001).

A diversidade genética entre e dentro de populações de uma espécie merece consideração especial, pois os efeitos das alterações nas frequências alélicas são refletidos diretamente sobre os indivíduos que formam a população (Sobierajski, 2004). O estudo da diversidade visa tornar claras as relações genéticas, quantificar o nível de variabilidade total existente e sua distribuição entre e/ou dentro de unidades taxonômicas. Este conhecimento vem proporcionando importantes contribuições ao melhoramento genético, ao gerenciamento de bancos de germoplasma, à conservação de recursos genéticos e ao entendimento dos processos evolutivos das espécies (Perssoni, 2007).

Os caracteres quantitativos são aqueles controlados por vários genes e/ou muito influenciados pelo ambiente (Ramalho et al., 1993). A divergência genética tem sido avaliada por meio de técnicas biométricas, baseadas na quantificação da heterose, ou por processos preditivos. Os métodos preditivos de estudo da diversidade genética baseiam-se em diferenças agronômicas, morfológicas, fisiológicas ou moleculares, quantificando-as em alguma medida de dissimilaridade que expressa o grau de diversidade genética entre os genótipos. De maneira geral, estudos de diversidade genética são realizados a partir de informações das medidas de dissimilaridade obtidas de variáveis quantitativas discretas ou contínuas, dissimilaridades obtidas de variáveis qualitativas binárias e de variáveis qualitativas multicategóricas (Cruz et al., 2011). A estratégia utilizada para estudo da diversidade genética via caracteres quantitativos fundamenta-se na estimativa, baseada totalmente no fenótipo observado, de parâmetros genéticos como herdabilidade, variância genética e correlação genética para os caracteres de interesse (Ferreira &Faleiro, 2008).

A proporção da variância genética presente na variância fenotípica total é designada herdabilidade (Ramalho et al., 1993). Essa é uma medida da influência genética e informa que parte da variação da população em um fenótipo pode ser atribuída à variação no genótipo, possibilitando estimativas como o ganho genético esperado com a seleção (Allard, 1999). A herdabilidade pode ser estimada no sentido amplo como sendo a proporção da variabilidade observada ocasionada por efeitos dos genes ou herdabilidade no sentido restrito, que é a proporção da variabilidade observada ocasionada somente por efeitos aditivos dos genes (Carvalho et al., 2001). Para fins de melhoramento genético, a herdabilidade no sentido restrito é a mais adequada, uma vez que considera somente a

aditividade, que é a porção herdável da variância genética, que, em última instância, é o que pode ser passado de geração a geração por seleção (Ramalho et al., 1993).

Vários trabalhos que caracterizam e estimam a variabilidade genética de espécies nativas, via caracteres quantitativos, vem sendo desenvolvidos, em destaque os trabalhos da Universidade Federal de Goiás com frutíferas nativas do Cerrado, que se iniciaram de forma organizada e interdisciplinar a partir de 1995. Nessas pesquisas são enfocados, principalmente, aspectos genético-ecológicos e agronômicos (Chaves, 2006). As espécies sob enfoque nestes estudos até o momento são o pequi, a cagaiteira, o aratincuzeiro, a pêra-do-cerrado, o cajueiro-do-cerrado, a magabeira, o barueiro e recentemente o jatobazinho-do-cerrado.

Alguns trabalhos realizados neste sentido comprovam a existência de uma alta variabilidade genética entre e dentro das procedências, indicando boas perspectivas de seleção e melhoramento genético das espécies frutíferas do Cerrado (Sano et al., 1996; Oliveira, 1998; Corrêa et al., 2000; Silva et al., 2001; Meletti et al., 2003, Telles et al., 2003; Zucchi et al., 2005; Trindade & Chaves, 2005; Vera et al., 2005; Martins et al., 2006; Canuto et al., 2008; Soares et al., 2008, Ganga et al., 2009; Moura, 2011).

A conservação de recursos genéticos procura manter ampla a variabilidade genética de espécies de interesse para o homem, para posterior utilização, exigindo assim, um conhecimento detalhado da estrutura genética das populações naturais, bem como de seus sistemas reprodutivos (Primack & Rodrigues, 2001). Assim, a diversidade genética geralmente tem sido estudada dentro de espécies, medindo tanto as diferenças entre indivíduos, quanto as diferenças entre populações naturais, que muitas vezes estão separadas entre si pela perda e fragmentação dos habitats naturais.

2.4.2 Melhoramento de espécies nativas

A grande variabilidade genética existente entre e dentro das procedências já constatada nos trabalhos com espécies nativas constitui uma importante fonte de genótipos promissores para o melhoramento. Esta variação exerce diferentes funções, sendo uma proteção contra as mudanças ambientais e climáticas, servindo também de base para a seleção e o cruzamento (Loveless & Hamrick, 1984; Silva, 2003).

Borges (1980) ressalta que o conhecimento da variabilidade existente em uma população a ser melhorada é o primeiro passo para a condução de um programa de

melhoramento. Assim, ao se trabalhar com espécies nativas, é fundamental, o estudo da biologia reprodutiva, o conhecimento da estrutura genética, do tamanho efetivo populacional e da variação genética entre e dentro das populações (Kageyama, 1990). Os caracteres quantitativos têm sido usados como bons indicadores para a determinação da variação entre e dentro de procedências. Os indivíduos diferem fenotipicamente entre si, tornando esses marcadores eficientes ferramentas da biometria, auxiliando na caracterização de uma população por meio de um modelo adequado, em termos de médias e variâncias e pelo modo de ação gênica (Sobierajski et al., 2006; Kearsey, 1993).

É de suma importância para o sucesso no melhoramento de espécies nativas, assim como qualquer outro programa de melhoramento, definir de forma clara os objetivos, determinar criteriosamente as técnicas a serem utilizadas, avaliar as dificuldades ou facilidades em obter material reprodutivo, averiguar os possíveis locais de ocorrência e coleta e a definição do custo/benefício associado ao sistema de produção, entre outros fatores que podem influenciar diretamente as estratégias de melhoramento (Burley & Kanowshi, 2005; Oliveira, 1998).

Em decorrência da grande variabilidade genética própria das espécies selvagens, Chaves (2006) apresenta duas estratégias de melhoramento que seriam aplicáveis ao melhoramento da mangabeira e pode-se estender a outras frutíferas nativas. O primeiro seria o método de seleção recorrente, combinando seleção individual com seleção de progênies, que objetiva elevar a frequência dos alelos favoráveis na população, provocando alterações lentas e cumulativas ao longo das gerações de seleção, realizando-se as seguintes etapas:

1. Seleção e identificação a campo de matrizes superiores, do maior número possível de subpopulações ou áreas;
2. Coleta de sementes das matrizes selecionadas, mantendo-se o controle genealógico (progênies e procedências);
3. Instalação de ensaios de avaliação das progênies maternas (meias-irmãs), com delineamento experimental, de preferência, em vários locais;
4. Plantio simultâneo de um campo de recombinação, em área isolada, com uma amostra de plantas de cada uma das progênies. Recomenda-se o plantio de forma que as plantas de cada progênie não sejam vizinhas. Este campo pode ser instalado de forma adensada, para posterior eliminação das plantas inferiores;

5. Conhecidas as progênies superiores, a partir dos resultados dos ensaios de avaliação, as progênies inferiores devem ser eliminadas do campo de recombinação. Como foram plantados vários indivíduos de cada progênie, pode ser realizada, ainda, uma seleção individual, dentro de progênies, mantendo-se apenas as plantas superiores. Com os resultados dos ensaios de progênies é possível estimar parâmetros genéticos populacionais. Assim deve ser dada prioridade, na seleção entre progênies, aos caracteres de baixa herdabilidade. Os caracteres de maior herdabilidade, portanto menos influenciados pelas variações ambientais, respondem bem à seleção individual.
6. A população melhorada será obtida colhendo-se e misturando-se sementes das plantas remanescentes no campo de recombinação (pomar de sementes). Tal esquema corresponde à seleção nos dois sexos, tanto entre quanto dentro de progênies. Especial atenção deve ser dada ao tamanho efetivo (N_e) da população melhorada, par evitar problemas de deriva genética e depressão endogâmica nos ciclos seguintes. O valor de N_e , tendo como referência o conjunto de subpopulações amostradas, vai depender das propriedades populacionais (estatística F_{ST} e F_{IT} de Wright), do número de subpopulações, do número de progênies selecionadas e do número de indivíduos selecionados por progênie.
7. Uma amostra da população melhorada pode ser utilizada para plantio para se iniciar um novo ciclo de seleção, iniciando-se pela seleção das melhores matrizes e obtenção de novas progênies a partir desta população.

A segunda alternativa para melhoramento seria a seleção visando ao plantio comercial de clones, via propagação assexuada. A seleção de clones representa uma alternativa com maiores possibilidades de ganho em curto prazo e pode ser integrada com a seleção recorrente em um programa amplo de melhoramento (Chaves, 2006).

Desta forma, estudos com melhoramento de espécies nativas vêm se intensificando nas duas últimas décadas, sendo impulsionados pela busca do conhecimento sobre o funcionamento e a estrutura dos ecossistemas naturais, buscando a implementação de cultivo e a conseqüente valorização das espécies com destacado potencial. Esses estudos ainda são alavancados pela conscientização da sociedade sobre a importância da biodiversidade, na busca de uma agricultura cada vez mais sustentável (Santos, 2008).

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. **Principies of plant breeding**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 254 p.

ALHO, C. J. R. Desafios para a conservação do Cerrado em face das atuais tendências de uso e ocupação. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. cap. 22, p. 376-381.

ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 188 p.

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

AQUINO, F. G.; AGUIAR, L. M. S. Caracterização e conservação da biodiversidade do Bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; SOUZA, E. S. (Ed.). **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2007. 138 p.

ÁVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos Cerrados: Preservação gera muitos frutos. **Bio-tecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.3, n. 15, p. 36-41, 2000.

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

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

CANUTO, D. S. de O., SILVA, A. L.; MORAES, M. A. de; SILVA, C. L. S. P.; MORAES, M. L. T. de; SÁ, M. E. Variabilidade genética de populações naturais de *Dipteryx alata* Vog. por meio de caracteres nutricionais em sementes. **Revista do Instituto Floresta**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 155-163, 2008.

CARVALHO, F. I. F.; SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; MARCHIORO, V. S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPEL, 2001. 99 p.

CHAVES, L. J. Recursos genéticos no cerrado. In: SILVA JR., J. F.; LEDO, A. S. (Org.). **A cultura da mangabeira**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. p. 75-84.

CLEMENT, C. R.; BOVI, M. L. A. Melhoramento genético da pupunheira: conhecimentos atuais e necessidades. 1º Seminário do Agronegócio Palmito de Pupunha na Amazônia, 1., 1999. Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: Embrapa-CPAF, 1999. p. 57-70.

CLEMENT, C. R. Melhoramento de espécies nativas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos & melhoramento**

– **plantas**. Rondonópolis: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso – Fundação MT, 2001. p. 423-441. (Brasil).

CORRÊA, G. C.; ROCHA, M. R.; NAVES, R. V. Germinação de sementes e emergência de plântulas de Baru (*Dipteryx alata* Vog.) nos Cerrados do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária tropical**, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 17-23, 2000.

CORRÊA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, 2008.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011, 620 p.

DEAN, W. A botânica e a política imperial: a introdução e a domesticação de plantas no Brasil. **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, p. 216-228, 1991.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; TELLES, M. P. C. Spatial pattern and genetic diversity estimates are linked in stochastic models of population differentiation. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, p. 541-544, 2000.

DUBOC, E. Sistema Agroflorestal e o Cerrado. In: FALEIRO, F.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 965-985.

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

FERREIRA, M. E.; FALEIRO, F. G. Biotecnologia: avanços e aplicações no melhoramento genético vegetal. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 1198 p.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; BORGES FILHO, H. C.; VALE, A. T. do. Potencial econômico da biodiversidade do Cerrado: estágio atual e possibilidades de manejo sustentável dos recursos da flora. In: AGUIAR, L. M. de S.; CAMARGO, A. J. A. de. (Ed.). **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 249 p.

FERREIRA, M. B. Plantas portadoras de substâncias medicamentosas, de uso popular, nos cerrados de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 61, p. 19-23, 1980.

FERREIRA, F. R.; SALOMÃO, A. N. Recursos Genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: BARBOSA, T. (Org.). **Tópicos atuais em botânica: palestras convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil, 2000. 400 p. CDD581.

FONSECA, C. E. L., FIGUEIREDO, S. A., SILVA, J. A. Influência da profundidade de semeadura e da luminosidade na germinação de sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 653-659, 1994.

FRANZON, R. C. **Fruteiras nativas do Cerrado têm potencial para exploração**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/131/>>. Acesso em: 13/05/2011.

FRANCISCO, V. M. C. **Filogenia Molecular e Morfológica da Tribo Dipterygeae (Papilionoideae, Leguminosae)**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)– Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2010.

FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. **Fundamentos da genética da conservação**. Ribeirão Preto: Editora SBG (Sociedade Brasileira de Genética), 2008. 262 p.

GANGA, R. M. D; CHAVES, L. C.; NAVES, R. V. Parâmetros genéticos em progênies de *Hancornias speciosa* Gomes do Cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 395-404, 2009.

HAMRICK, J. L. **The distribution of genetic variation within and among plant populations**. 1983. 508 p.

HARLAN, J. R. **Crops and man**. 2 ed. Madison, WI: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, 1992. 284 p.

JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R.. Domesticação de espécies da flora nativa do Cerrado. In: Lucília Maria Parron et al.. (Org.). **Cerrado: Desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. 1ª ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008, v. 1, p. 125-163.

JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNQUEIRA, K. P.; PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; BRAGA, M. F.; CONCEIÇÃO, L. C. S.; FALEIRO, F. G. Frutíferas nativas do cerrado: o extrativismo e a busca da domesticação. 2012. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012.

KAGEYAMA, P. Y.; DIAS, I. S. Aplicação da genética em espécies florestais nativas. In: SILVIC, S. P. Congresso Nacional sobre essências nativas, Campos do Jordão, 1982, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1982. p. 782-791. v. 16A, n. 2. (Edição especial)

KAGEYAMA, P. Y. 1987. Conservação "in situ" de recursos Genéticos de plantas. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**, n. 35, p. 7-40, abr. 1987.

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

KAGEYAMA, P. Y.; CUNHA, G. C.; BARRETO, K. D.; GANDARA, F. B.; CAMARGO, F. R. A.; SEBBENN, A. M. Diversidade e autocorrelação genética espacial em populações de *Ocotea odorifera* (Lauraceae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 1. n. 64, p. 108-119, 2003.

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

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B.A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, Jul. 2005.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Recursos Hídricos do Bioma Cerrado: Importância e situação. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 4, p. 89-106.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

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

LOVELESS, M.D.; HAMRICK, J.L. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.15, p. 65-95, 1984.

MACHADO, R. B.; NETO, M. B. R.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico não publicado, Conservação Internacional, Brasília, Distrito Federal. 2004.

MARTINS, K; CHAVES, L.J.; BUSO, G. S. C.; KAGEYAMA, P. Y. Mating system and fine-scale spatial genetic structure of *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) in the Brazilian Cerrado. **Conservation Genetics**, The Netherlands, v. 7, n. 6, p. 957-969, 2006.

MATTEUCCI, M. B.; GUIMARÃES, N. N. R.; TIVERON FILHO, D.; SANTOS, C. A. Flora do cerrado e suas formas de aproveitamento. Goiânia. **Anais Escola de Agronomia e Veterinária...** Goiânia: UFG, 1995. v. 25,n. 1, p. 13-30.

MELETTI, L. M. M.; BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; AZEVEDO FILHO, J. A.; MARTINS, A. L. M. Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 275-278, 2003.

MELHEM, T. S. A entrada de água na semente de *Dipteryx alata* Vog. **Hoehnea**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 33-48, 1974.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do Cerrado. In:

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Org.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2008. p. 289-556.

MOURA, N. F. **Caracterização de frutos e progênies de pequiheiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) do cerrado**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia)–Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

NEI, M. **Molecular Evolutionary Genetics**. Columbia University Press, New York, 1987.

OLIVEIRA, P. E. **Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado**. In: Sano S.M.; Almeida S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC. 1998. p.169-187.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. **The Cerrados of Brazil: Ecology and History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia university Press, 2002. 367 p.

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

PAIVA, J. R.; VALOIS, A. C. C. Conservação in situ de espécies arbóreas. In.: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADRES-INGLIS, M. C. (Eds.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação-MT, 2001, p.79-99.

PAIVA, J. R.; CRISÓSTOMO, J. R.; BARROS, L. M. **Recursos genéticos do cajueiro: coleta, conservação, caracterização e utilização**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 43 p. (Documentos 65).

PERSSONI, L. A. **Estratégias de análise da diversidade em germoplasma de cajueiro (*Anacardium* ssp. L)**. 2007. 157 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PINHO, J. B. **Aspectos comportamentais da Arara-Azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) na localidade de Pirizal, Município de Nossa Senhora do Livramento – Pantanal de Poconé**. 1998. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-UFMT, Cuiabá, 1998.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta. 2001. 328 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética Quantitativa em plantas autógamas - Aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993.

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

RANZINI, G. **Solos do cerrado**. In: FERRI, M. G. III Simpósio sobre o cerrado. Ed. Edgard Blücher/ Universidade de São Paulo. São Paulo. 1971. p. 26-43.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T. Solos do Bioma Cerrado: Aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 107-150.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrado, 2008. p. 151-212.

RIBEIRO, J. F.; OLIVEIRA, M. C.; GULIAS, A. P. S. M.; FAGG, J. M. F.; AQUINO, F. G. Uso múltiplos da biodiversidade do bioma Cerrado: estratégias sustentável para a sociedade, o agronegócio e os recursos naturais. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 1198 p.

SANO, S. M.; VIVALDI, L. J. Produção de baru (*Dipteryx alata* Vog.) no seu habitat. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS/FOREST, 4., 1996, Belo Horizonte, **Resumos...** Belo Horizonte. 1996. p. 217-18.

SANO, S. M.; VIVALDI, L. J.; SPEHAR, C. R. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 513-18, abr. 1999.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de. **Baru: biologia e uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 52 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 116).

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, n. 166, p. 113–124, 2010a.

SANO, S. M.; BRITO, M. A.; RIBEIRO, J. F. Baru. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M.; (Eds.) **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010b. 322 p.

SANTOS, A. M. **Estimativas de parâmetros genéticos e a avaliação de eficiência de seleção precoce em baru (*Dipetyx alata* Vog.)**. 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SILVA, R. S. M.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) no sudeste do Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 330-334, 2001.

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

SILVA, E. E. **Frutíferas Nativas do Nordeste: qualidade fisiológica, morfológica e citogenética.** 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Características Climática do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora.** Planaltina: Embrapa Cerrado, 2008. p. 69-88.

SOARES, T. N.; CHAVES, L. J.; TELLES, M. P. C.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; RESENDE, L. V. Landscape conservation genetics of *Dipteryx alata* ("Baru" tree: Fabaceae) From Cerrado region of central Brazil. **Genetica**, The Netherlands, n. 132, p. 9-19. 2008.

SOBIERAJSKI, G.R. **Estrutura genética em populações de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) por marcador isoenzimático e caracteres quantitativos.** 2004. 128 f. Dissertação (Mestre em Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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

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

TELLES, M. P.C; COELHO, A. S. G.; CHAVES, L. J.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; VALVA, F. D. Genetic diversity and population structure of *Eugenia dysenterica* DC ('cagaiteira'-Myrtaceae) in Central Brazil: Spatial analysis and implications for conservation and management. **Conservation Genetics**, The Netherlands, v. 4, p. 685-695. 2003.

TRINDADE, M. G.; CHAVES, L. J. Genetic structure of natural *Eugenia dysenterica* DC (Myrtaceae) populations in northeastern Goiás, Brasil, accessed by morphological traits and RAPD markers. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 28, n. 3, p. 407-413. 2005.

VERA, R.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. do; CHAVES, L. J.; LENDRO, W. M.; SOUZA, E. R. B. de. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p. 71-79, 2005.

VERA, R.; SOARES JUNIOR, M. S.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. R. B.; 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, 2009.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. da S.; SILVA, D. B.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. **Frutas nativas da região centro-oeste**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**: Síntese terminológica e relações florísticas. 2006. Tese (Doutorado em Ecologia)-Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, UNB, Brasília, 2006.

ZUCCHI, M. I.; BRONDANI, R. P. V.; PINHEIRO, J. B.; CHAVES, L. J.; COELHO, A. S. G.; VENCOSKY, R. Genetic structure and gene flow in *Eugenia dysenterica* DC in Brazilian Cerrado utilizing SSR markers. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 26, n. 4, p. 449-457. 2003.

3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS E SEMENTES DE BARUEIRO (*Dipteryx alata* Vog.) DO CERRADO

RESUMO

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ocupando 23% do território nacional, apresentando uma vegetação com diversas fitofisionomias e detendo a mais rica flora dentre as savanas do mundo. O barueiro, devido a sua ampla distribuição geográfica é uma espécie com a possibilidade de apresentar altos níveis de diversidade genética, conferindo assim capacidade de ocupar diferentes habitats. A espécie em questão apresenta uma multiplicidade de usos, constituindo-se em espécie chave para estudos de domesticação e cultivo. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar fisicamente frutos e sementes de barueiros provenientes de diferentes regiões do Cerrado para subsidiar estratégias de prospecção, conservação e utilização da variabilidade genética da espécie. Foram coletados frutos de plantas de barueiro de 25 subpopulações, em seis estados, amostrando seis matrizes por subpopulação, com coleta de, pelo menos, 25 frutos por matriz. Os dados de caracterização física dos frutos e sementes foram submetidos à análise descritiva, análise de variância e correlação entre caracteres. Houve variação significativa para todas as variáveis avaliadas, em todos os níveis hierárquicos avaliados; entre frutos dentro de matrizes, entre matrizes dentro de subpopulações e entre subpopulações. A maior proporção da variabilidade foi observada entre matrizes dentro de subpopulações. A análise de correlação demonstrou a existência de correlações significativas para a maioria dos pares de caracteres avaliados nos diferentes níveis hierárquicos.

Palavras-chave: biometria de frutos e sementes, variação fenotípica, baru, Cerrado.

CHARACTERIZATION OF FRUITS AND SEEDS OF “BARU” TREE (*Dipteryx alata* Vog.) FROM BRAZILIAN CERRADO

ABSTRACT

The Cerrado biome is the second largest in Brazil, occupying 23% of the national territory, has various vegetation types, and has the richest flora among the world's savannas. The “barueiro” due to its wide geographic distribution is a species with the ability to display high levels of genetic diversity, thus providing the ability to occupy different habitats. The species in question has a multitude of uses, constituting a key species for studying domestication and cultivation. The present study aimed to characterize fruits and seeds of *Dipteryx alata* from different regions of the Cerrado as a support for exploration, conservation and use of genetic variability. Fruits were collected in plants from 25 subpopulations, in six states, sampling six mother plants per subpopulation, with collection of at least 25 fruits per plant. Data on physical characterization of the fruits and seeds were

subjected to descriptive analysis, analysis of variance and correlation between characters. There was significant variation for all variables at all evaluated levels; between fruits within plants, plants within subpopulations and among subpopulations. The largest proportion of variability was observed between plants within subpopulations. Correlation analysis demonstrated significant correlations for most pairs of traits in different hierarchical levels.

Key words: biometric characteristics and seeds, phenotypic variation, baru, Cerrado.

3.1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ocupando 23% do território nacional, sendo superado em área apenas pela Amazônia. Apresenta uma vegetação com diversas fitofisionomias, e possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo (Myers et al., 2000; Klink & Machado, 2005). É considerado um dos 34 *hotspots* do mundo para fins de conservação, em virtude de sua diversidade biológica, endemismo e ameaça pela ocupação humana (Myers et al., 2000; Conservation International, 2004). Estudos recentes indicam que cerca de 61% deste bioma ainda possuem a vegetação nativa em estado relativamente intacto, no entanto, em uma base altamente assimétrica. A parte norte representa 90% das fisionomias naturais e a parte sul apenas 15% (Sano et al., 2010a).

As frutíferas nativas do Cerrado são espécies de diversos gêneros e famílias que constituem importante fonte de alimento para os animais e produzem frutos de interesse tanto para a alimentação “*in natura*” quanto para a industrialização. Há um mercado potencial e crescente para as frutíferas nativas, porém pouco explorado pelos agricultores (Ming et al., 2000). A concentração de esforços na conservação genética de espécies frutíferas deve ser estabelecida com base na variação genética entre e dentro de populações, buscando coletar e preservar o máximo de variabilidade genética das espécies (Paiva et al., 2003).

O barueiro é uma leguminosa arbórea (Fabaceae), que ocorre geralmente em Cerrado Estrito Sensu, Cerradão e Mata Seca (Lorenzi, 1998). Sua ampla distribuição geográfica é um indicativo da possibilidade da espécie apresentar altos níveis de diversidade genética, conferindo, assim, capacidade de ocupar diferentes habitats (Kageyama et al., 2003). A espécie em questão apresenta uma multiplicidade de usos, constituindo-se em espécie chave para estudos de domesticação e cultivo. É utilizada pela população humana e alguns grupos de animais. A polpa (mesocarpo) e semente são

comestíveis e de sabor agradável. A amêndoa apresenta elevado valor nutricional. O óleo extraído da semente é utilizado na indústria alimentícia e farmacêutica. Nas pastagens, é benéfico em razão de uso como abrigo para o gado, do valor energético e nutricional dos frutos e da manutenção da qualidade da forragem. A árvore apresenta uma madeira de alta densidade, compacta, com alta durabilidade, elevada resistência ao apodrecimento e é indicada para estacas, construção civil, paisagismo e recuperação de áreas degradadas (Ferreira, 1980; Almeida, 1998; Sano et al., 2004).

Para a caracterização de uma espécie é importante trabalhar com frutos e sementes de diferentes localidades geográficas, o que permite constatar as diferenças fenotípicas determinadas pelas variações ambientais. Portanto, mesmo tratando-se de uma só espécie, em cada localidade as sementes estão sujeitas as variações ambientais que ressaltam certos aspectos de sua composição genética, ou seja, estudando procedências distintas, é possível captar várias expressões do genótipo, possibilitadas pelas condições ambientais adequadas (Botezelli et al., 2000).

Apesar do número ainda limitado, trabalhos vêm sendo realizados buscando caracterizar e investigar a variabilidade existente em *D. alata*, como o de Sano et al. (1999), que trabalharam com 57 matrizes oriundas dos estados de Goiás e Minas Gerais. Avaliaram-se 20 frutos e as respectivas sementes por planta. Um outro estudo, realizado por Corrêa et al. (2000), foi conduzido com 150 matrizes originárias de três regiões do Estado de Goiás, em um total de 50 matrizes por região. Melhem (1972) trabalhou com a caracterização e fisiologia do baru. Corrêa et al. (2008) realizaram estudo de caracteres morfológicos de frutos de 36 matrizes de diferentes municípios do Estado de Goiás, com a avaliação de 20 frutos por planta. Ferreira et al. (1998) caracterizaram frutos de 5 matrizes oriundas do município de Curvelo, MG, utilizando 100 unidades por matrizes para a descrição da morfologia externa e interna do fruto e da semente.

O presente trabalho teve como objetivo obter informações sobre os padrões de variação fenotípica para algumas características de frutos e sementes de *Dipteryx alata* Vog. provenientes do Cerrado, de modo a subsidiar estratégias de prospecção, conservação e utilização da variabilidade genética da espécie.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do material para o presente estudo foi realizada dentro da região de coleta das subpopulações avaliadas com marcadores microssatélites por MELO (2011), no mês de agosto de 2011, em 25 subpopulações nos Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo (Figura 3.2.1). De cada subpopulação foram amostradas seis matrizes, escolhidas aleatoriamente dentre aquelas com produção suficiente, com coleta de pelo menos 25 frutos não danificados por matriz. Uma amostra aleatória de cinco frutos por matriz foi utilizada para caracterização física, posteriormente, abertos para a avaliação de caracteres das sementes, mantendo-se a identificação individual.

A coleta dos frutos foi realizada respeitando-se seu ponto de maturação fisiológica, que corresponde ao ponto em que eles se desprendem facilmente dos ramos ou aqueles que já se encontram no solo sob a copa das plantas. Uma vez colhidos, os frutos foram acondicionados em embalagens plásticas teladas, tipo bobina, etiquetadas e identificadas com os dados de procedência e matriz, sendo então transportados para o Laboratório de Fitotecnia da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia. A identificação das subpopulações amostradas foi feita por meio de suas coordenadas geográficas médias. Os ambientes de coleta das subpopulações foram, em sua maioria, pastagens (Tabela 3.2.1 e Figura 3.2.1).

Os caracteres avaliados foram: massa do fruto (MFR), comprimento do fruto (CFR), largura do fruto (LFR) – medida na porção mediana do fruto, espessura do fruto (EFR), relação comprimento pela largura do fruto (C/LF), relação comprimento pela espessura do fruto (C/EF), massa da semente (MSE), comprimento da semente (CSE), largura da semente (LSE), espessura da semente (ESE), relação comprimento pela largura da semente (C/LS), relação comprimento pela espessura da semente (C/ES) e rendimento da semente (REND). Os caracteres de massa foram obtidos com auxílio de uma balança digital semi-analítica e os resultados expressos em gramas (g). As medidas de dimensões foram obtidas com paquímetro digital e anotadas em milímetros (mm). O rendimento da semente foi obtido pela relação entre massa da semente e a massa do fruto (MSE/MFR).

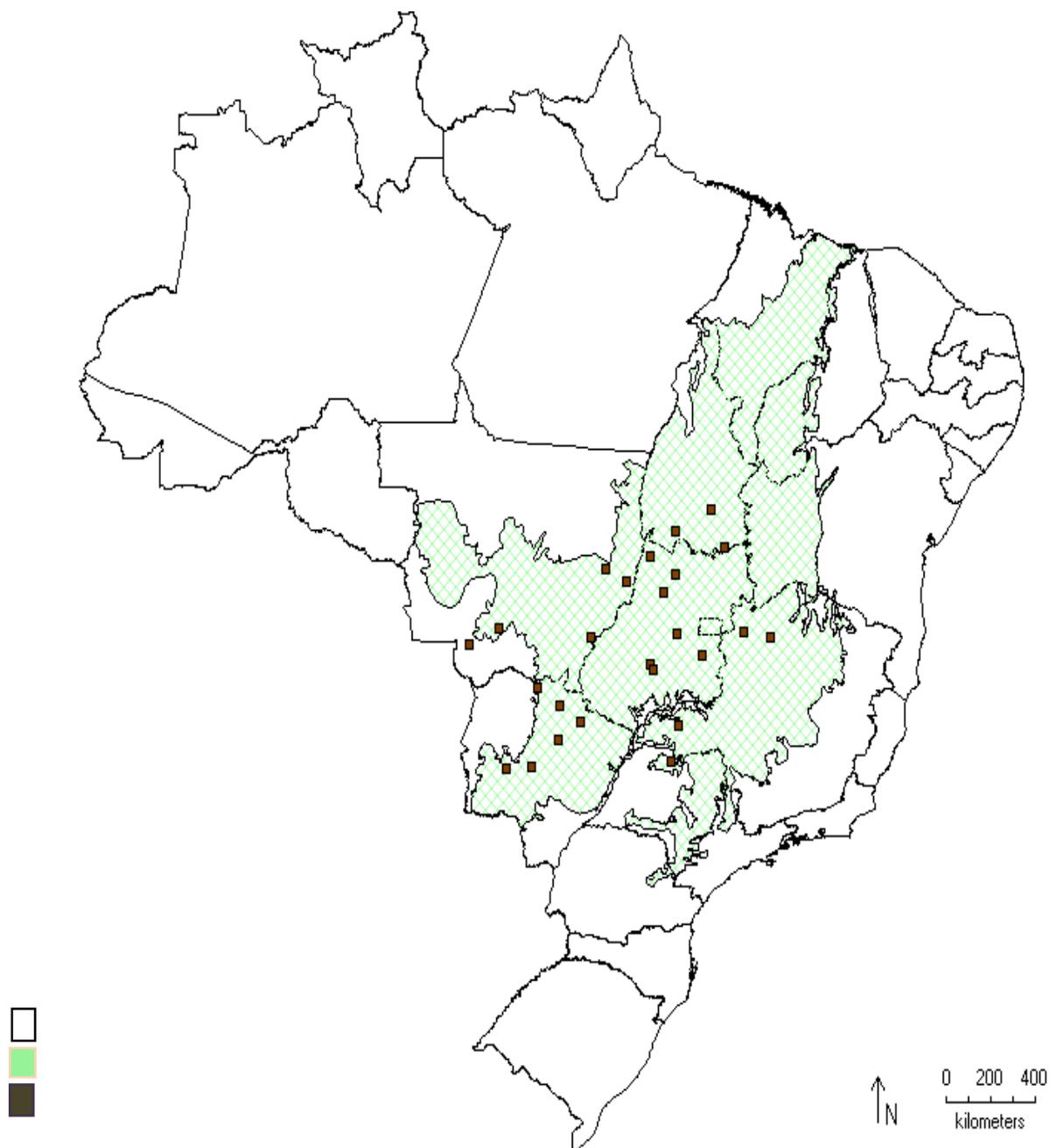


Figura 3.2.1 Localização das áreas de coleta das 25 subpopulações de *Dipteryx alata* Vog. amostradas no Cerrado.

Tabela 3.2.1 Localidades e coordenadas geográficas das 25 subpopulações de *Dipteryx alata* Vog. amostradas no Cerrado.

Subpopulação	Município – Estado	Latitude	Longitude (O)	Altitude (m)	Ambiente
1	Cocalinho – MT	14 09,495'	51 15,004'	246	Pastagem
2	Água Boa – MT	13 50,058'	52 02,325'	292	Pastagem
3	Pirenópolis – GO	16 00,220'	49 01,506'	769	Pastagem
4	Sonora – MS	17 50,337'	54 42,776'	325	Cerradão
5	Alcinópolis – MS	18 15,590'	53 56,202'	407	Beira da estrada
6	Alvorada – TO	12 26,471'	49 07,329'	302	Pastagem
7	São Miguel do Araguaia – GO	13 13,772'	50 06,632'	362	Pastagem
8	Luziânia – GO	16 44,108'	48 07,032'	859	Pastagem
9	Icém – SP	20 24,027'	49 14,588'	477	Beira da estrada
10	Monte Alegre de Minas – MG	18 58,789'	49 01,394'	725	Pastagem e beira da estrada
11	Estrela do Norte – GO	13 49,789'	49 08,394'	398	Pastagem
12	Santa Terezinha – GO	14 31,526'	49 37,244'	584	Pastagem
13	Arinos – MG	15 55,371'	46 07,986'	524	Pastagem e beira da estrada
14	Pintópolis – MG	16 04,354'	45 11,215'	517	Pastagem e beira da estrada
15	Paraíso das Águas – MS	18 58,292'	52 52,922'	672	Pastagem e Cerradão
16	Terenos – MS	20 25,696'	55 03,477'	257	Beira da estrada e Mata Seca
17	Camapuã – MS	19 31,509'	53 56,607'	554	Pastagem e beira da estrada
18	Indiara – GO	17 14,260'	49 57,722'	597	Pastagem
19	Barra do Garças – MT	16 06,380'	52 28,932'	316	Beira da estrada
20	Nossa Senhora do Livramento – MT	16 14,704'	57 32,844'	309	Pastagem e beira da estrada
21	Jandaia – GO	16 54,719'	50 12,121'	613	Pastagem
22	Natividade – TO	11 40,538'	47 43,121'	327	Pastagem e beira da estrada
23	Arraias – TO	12 56,646'	46 55,846'	721	Pastagem
24	Aquidauana – MS	20 39,167'	55 59,910'	222	Beira da estrada de terra
25	Cárceres – MT	15 40,722'	56 18,895'	252	Pastagem

Os dados foram submetidos à estatística descritiva e, posteriormente, à análise de variância com base em modelo hierárquico que considera o efeito de subpopulações, matrizes dentro de subpopulações e frutos dentro de matrizes. As análises foram realizadas com base em procedimento genético-estatístico do *software* Genes (Cruz, 1997). O modelo utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + s_i + p_{j(i)} + f_{k(ij)}$$

em que:

Y_{ijk} : valor fenotípico do fruto (ou semente) k da matriz j da subpopulação i ;

μ : média geral das observações;

s_i : efeito aleatório da subpopulação i , $i = 1, 2, \dots, P$;

$p_{j(i)}$: efeito aleatório da matriz j dentro da subpopulação i , $j = 1, 2, \dots, m_i$;

$f_{k(ij)}$: efeito aleatório do fruto k dentro da matriz j da subpopulação i , $k = 1, 2, \dots, f_j$.

No presente caso, o número de matrizes por subpopulação ($m_i = 6$) e de frutos por matriz ($f_j = 5$) foram constantes. Conforme o modelo estatístico adotado, elaborou-se o esquema de análise de variância e as esperanças dos quadrados médios (Tabela 3.2.2)

Tabela 3.2.2 Esquema da análise de variância e esperanças dos quadrados médios conforme o modelo estatístico hierárquico como efeitos de subpopulações, matrizes dentro de subpopulações e frutos dentro de matrizes, para caracteres físicos de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Fontes de Variação	GL	QM	E(QM)
Subpopulações	P - 1	Q ₁	$\sigma^2 + 5\sigma_{Mat(Sub)}^2 + 30\sigma_{Sub}^2$
Progênies (Subpopulações)	M - P	Q ₂	$\sigma^2 + 5\sigma_{Mat(Sub)}^2$
Resíduo	F - M	Q ₃	σ^2
Total	F - 1		

P: número de subpopulações (P = 25); M: número total de matrizes (M = 150) e F: número total de frutos (F = 750).

Foram estimados os componentes de variância associados aos efeitos do modelo e as proporções da variação fenotípica total que se deve a: diferença entre subpopulações (P_S), diferença entre matrizes dentro subpopulações ($P_{M/S}$) e diferença entre frutos dentro de matrizes dentro de subpopulações ($P_{F/M}$). Utilizando os componentes de variância também foi estimado o parâmetro P_{ST} , que mede a divergência fenotípica quantitativa entre subpopulações, utilizando as fórmulas seguintes:

$$P_S = \frac{\hat{\sigma}_{Sub}^2}{\hat{\sigma}_{Sub}^2 + \hat{\sigma}_{Mat(Sub)}^2 + \hat{\sigma}_{Fruit(Mat)}^2}$$

$$P_{M/S} = \frac{\hat{\sigma}_{Mat(Sub)}^2}{\hat{\sigma}_{Sub}^2 + \hat{\sigma}_{Mat(Sub)}^2 + \hat{\sigma}_{Fruit(Mat)}^2}$$

$$P_{F/M} = \frac{\hat{\sigma}_{Fru(Mat)}^2}{\hat{\sigma}_{Sub}^2 + \hat{\sigma}_{Mat(Sub)}^2 + \hat{\sigma}_{Fru(Mat)}^2}$$

$$P_{ST} = \frac{\hat{\sigma}_{Sub}^2}{\hat{\sigma}_{Sub}^2 + 2\hat{\sigma}_{Mat(Sub)}^2}$$

Foram estimados também os coeficientes de correlação fenotípica entre os caracteres avaliados, considerando os diferentes níveis hierárquicos. As análises foram realizadas com base em procedimento genético-estatístico do *software* Genes (Cruz, 1997).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Caracterização

A estatística descritiva dos 13 caracteres avaliados com base nos valores de coeficiente de variação fenotípica (CV) demonstrou uma maior variação para os caracteres massa do fruto (MFR), massa da semente (MSE) e rendimento da semente (REND) e menores para largura da semente (LSE), largura do fruto (LFR) e relação comprimento pela largura do fruto (C/LF) (Tabela 3.3.1).

Os valores de massa de fruto inteiro variaram de 9,75 g a 72,97 g (Figura 3.3.1), com média de 28,13 g. Os resultados encontrados para massa do fruto por Sano et al. (1999), Corrêa et al. (2000), Corrêa et al. (2008) estão inseridos na variação encontrada no presente estudo. Uma ressalva são os valores bastante inferiores, com um intervalo de variação de 10 g a 28 g, e média de 18 g encontrados por Melhem (1972). A MFR apresentou a maior variação fenotípica relativa entre os caracteres de frutos avaliados, com coeficiente de variação fenotípico igual a 33,09% (Tabela 3.3.1). Corrêa et al. (2000) observaram também maior variação para esta variável. As subpopulações 11 (Estrela do Norte, GO) e 25 (Cárceres, MT) apresentaram as maiores médias para MFR (Tabela 3.3.1). As maiores amplitudes de variação aqui encontradas eram esperadas, pois a amostragem foi realizada em seis estados, com 25 subpopulações e 150 matrizes, abrangendo maior área espacial e variação edafoclimática de ocupação da espécie.

Tabela 3.3.1 Média por subpopulação, valores mínimos e máximos (médios por planta) e coeficientes de variação fenotípica (CV) de caracteres físicos de frutos e sementes de *Dipteryxalata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Subpopulações	Caracteres												
	MFR	CFR	LFR	EFR	C/LF	C/EF	MSE	CSE	LSE	ESE	C/LS	C/ES	REND
1	18,19	50,36	38,50	25,57	1,306	1,973	1,089	23,24	10,36	8,204	2,246	2,841	0,060
2	32,06	54,82	42,01	30,52	1,305	1,803	1,283	25,21	10,82	8,349	2,338	3,055	0,041
3	33,05	59,48	43,32	30,34	1,374	1,967	1,272	26,86	10,98	8,003	2,460	3,389	0,044
4	27,90	51,42	41,62	28,25	1,237	1,822	1,521	26,38	11,05	8,752	2,398	3,052	0,054
5	26,45	52,62	37,96	28,94	1,387	1,824	1,178	24,10	10,52	8,234	2,296	2,998	0,044
6	27,32	49,51	40,16	30,15	1,235	1,651	1,237	24,61	9,99	8,708	2,474	2,844	0,046
7	27,91	51,62	38,70	29,31	1,331	1,761	1,149	24,37	10,17	8,343	2,398	2,940	0,042
8	28,50	54,99	43,00	28,30	1,279	1,949	1,305	25,72	11,43	8,145	2,256	3,220	0,046
9	22,77	50,73	39,24	27,83	1,292	1,824	0,969	23,54	10,13	6,956	2,343	3,536	0,041
10	23,23	48,01	37,39	27,31	1,280	1,755	1,063	23,31	10,98	7,558	2,123	3,117	0,047
11	41,15	63,85	43,01	32,60	1,480	1,958	1,468	27,97	10,38	8,516	2,709	3,306	0,037
12	27,92	53,57	37,95	29,48	1,409	1,817	1,300	24,54	10,60	8,597	2,323	2,877	0,047
13	25,08	49,02	38,87	28,04	1,262	1,749	1,163	23,47	10,16	8,139	2,312	2,898	0,046
14	23,52	50,05	37,31	28,48	1,342	1,762	0,974	22,77	10,04	7,842	2,276	3,057	0,041
15	21,58	47,03	35,42	26,49	1,327	1,779	1,092	23,52	9,83	8,178	2,425	2,913	0,052
16	26,04	48,92	38,34	28,60	1,280	1,720	1,088	23,79	10,62	7,950	2,279	3,036	0,042
17	28,75	48,47	39,26	28,88	1,232	1,683	1,111	24,43	10,30	7,716	2,384	3,189	0,040
18	36,89	56,74	44,10	31,72	1,288	1,789	1,379	26,77	11,26	8,181	2,383	3,284	0,038
19	31,58	54,61	39,71	32,18	1,376	1,706	1,387	26,44	10,36	8,890	2,564	3,017	0,044
20	29,93	48,63	39,97	31,02	1,214	1,569	1,190	23,30	10,65	8,432	2,193	2,779	0,041
21	34,62	57,20	41,71	31,49	1,371	1,818	1,324	26,67	11,03	8,326	2,427	3,228	0,038
22	20,37	48,36	36,23	25,77	1,338	1,936	1,109	23,77	10,01	8,509	2,382	2,806	0,057
23	20,60	48,76	35,14	26,04	1,391	1,929	1,002	23,12	10,17	7,802	2,282	3,016	0,051
24	27,59	51,02	39,86	29,33	1,284	1,743	1,240	25,04	10,70	8,365	2,346	3,004	0,045
25	40,34	56,89	45,69	32,63	1,246	1,749	1,603	28,02	11,18	8,902	2,512	3,181	0,040
Média	28,13	52,27	39,78	29,17	1,315	1,801	1,220	24,84	10,55	8,218	2,365	3,065	0,045
Mínimo	9,750	36,20	29,81	15,96	1,090	1,310	0,230	15,56	5,360	2,640	1,170	2,070	0,007
Máximo	72,97	77,42	52,48	40,62	1,680	2,880	2,390	33,09	19,84	11,30	3,510	5,890	0,098
CV %	33,09	12,46	10,51	12,14	7,964	11,11	25,76	11,65	10,35	12,49	11,41	15,95	24,87

MFR: Massa do fruto (g); CFR: Comprimento do fruto (mm); LFR: Largura do fruto (mm); EFR: Espessura do fruto (mm); C/LF: Relação comprimento pela largura do fruto (mm) e C/EF: Relação comprimento pela espessura do fruto (mm); MSE: Massa total da semente (g); CSE: Comprimento da semente (mm), LSE: Largura da semente (mm); ESE: Espessura da semente (mm), C/LS: Relação comprimento pela largura da semente (mm); C/ES: Relação comprimento pela espessura da semente (mm) e REND: Rendimento da semente.

O comprimento do fruto variou de 36,20 mm a 77,42 mm (média de 52,27 mm, Figura 3.3.1). Essa grande amplitude de variação coincide com o trabalho de Corrêa et al. (2000). Por outro lado, Silva et al. (1994), Ferreira et al. (1998), assim como Corrêa et al. (2008) constataram uma menor oscilação para os valores mínimos e máximos, mas inclusive no valores deste estudo. As subpopulações com maiores médias para esse caráter foram a 11 (Estrela do Norte, GO) e a 3 (Pirenópolis, GO) (Tabela 3.3.1).

Os valores de largura e espessura de frutos (Figura 3.3.1) estão de acordo com os encontrados por Silva et al. (1994), Ferreira et al. (1998), Corrêa et al. (2000) e Corrêa et al. (2008), apresentando alguma diferença na amplitude de variação, em que a do presente estudo pode vir a ser maior. Ressalta-se a variação bem menor para o caráter LFR retratada por Ferreira et al. (1998) e Corrêa et al. (2008), que apresentaram variação também inferiores para a EFR. A LFR apresentou o terceiro menor coeficiente de variação fenotípico entre as 13 variáveis em estudo. As subpopulações 18 (Indiara, GO) e 25 (Cárceres, MT) apresentaram as maiores médias para esse caracter. Novamente as subpopulações 11 (Estrela do Norte, GO) e 25 (Cárceres, MT) apresentaram maiores médias de EFR (Tabela 3.3.1).

A relação entre comprimento e largura do fruto, e relação entre comprimento e espessura do fruto tiveram médias 1,31 e 1,80, respectivamente, tendo como características frutos levemente compridos, circulares ou ovados e achatados. A variável C/LF apresentou o menor coeficiente de variação entre os caracteres avaliados (7,96%), bastante inferior ao maior, obtido para MFR, que foi de 33,09%. Os intervalos de variação apresentados pelas médias das subpopulações para C/LF foram pequenos, o que demonstra uma certa homogeneidade no formato do fruto entre subpopulações.

A caracterização física das sementes revelou as seguintes médias (Tabela 3.3.1): 1,22 g de massa; 24,84 mm de comprimento; 10,55 mm de largura e 8,21 mm de espessura (Figura 3.3.2). O caráter massa da semente apresentou um intervalo de variação superior aos relatados por Sano et al. (1999; 2010b). No entanto, foi obtida uma similaridade com a média encontrada por Corrêa et al. (2008). Registrou-se uma média um pouco inferior a encontrada por Silva et al. (1994), que foi de 1,50 g.

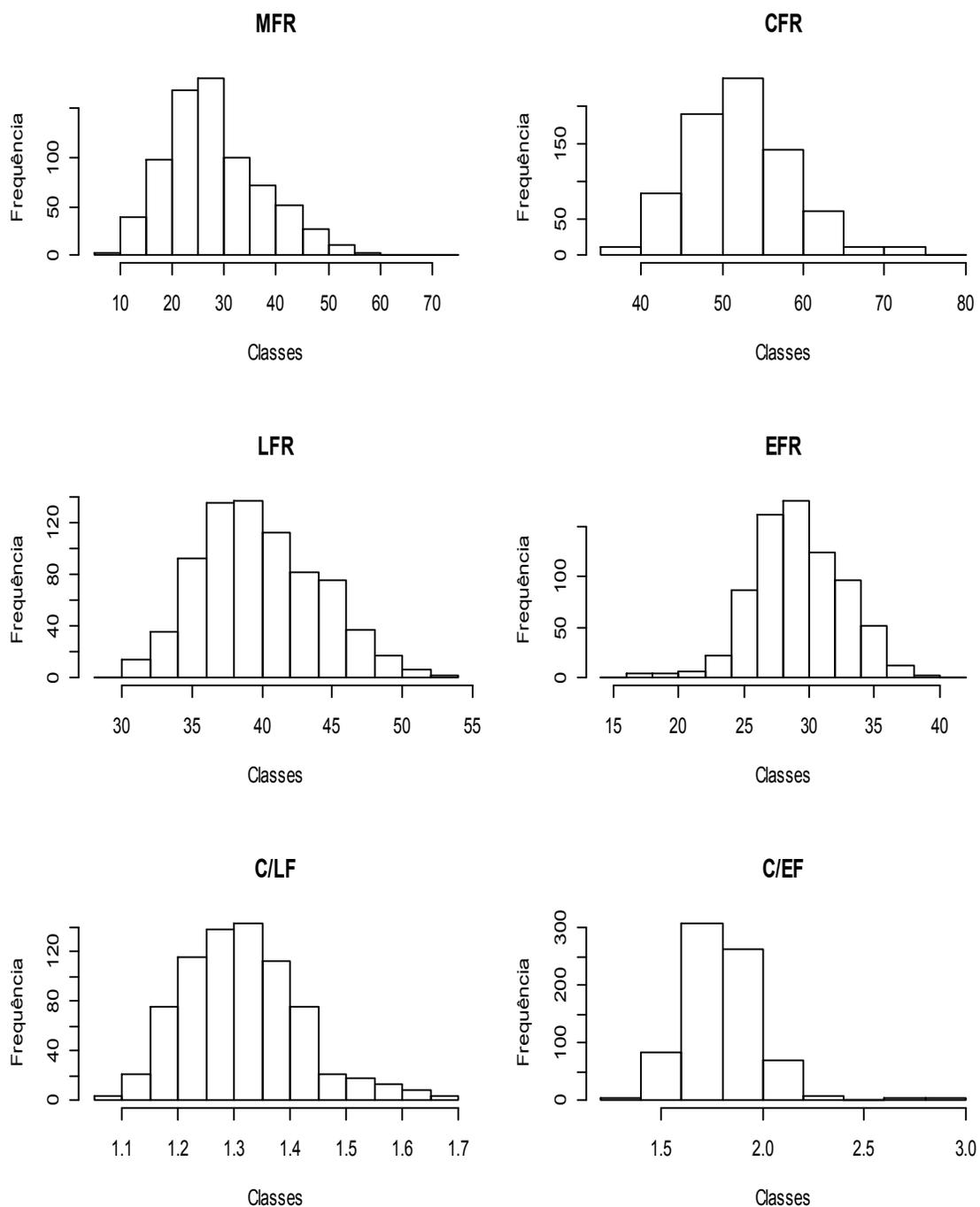


Figura 3.3.1 Histogramas representando a distribuição de frequências das variáveis de frutos de *D. alata*. MFR: Massa do fruto (g), CFR: Comprimento do fruto (mm), LFR: Largura do fruto (mm), EFR: Espessura do fruto (mm), C/LF: Relação comprimento pela largura do fruto e C/EF: Relação comprimento pela espessura do fruto.

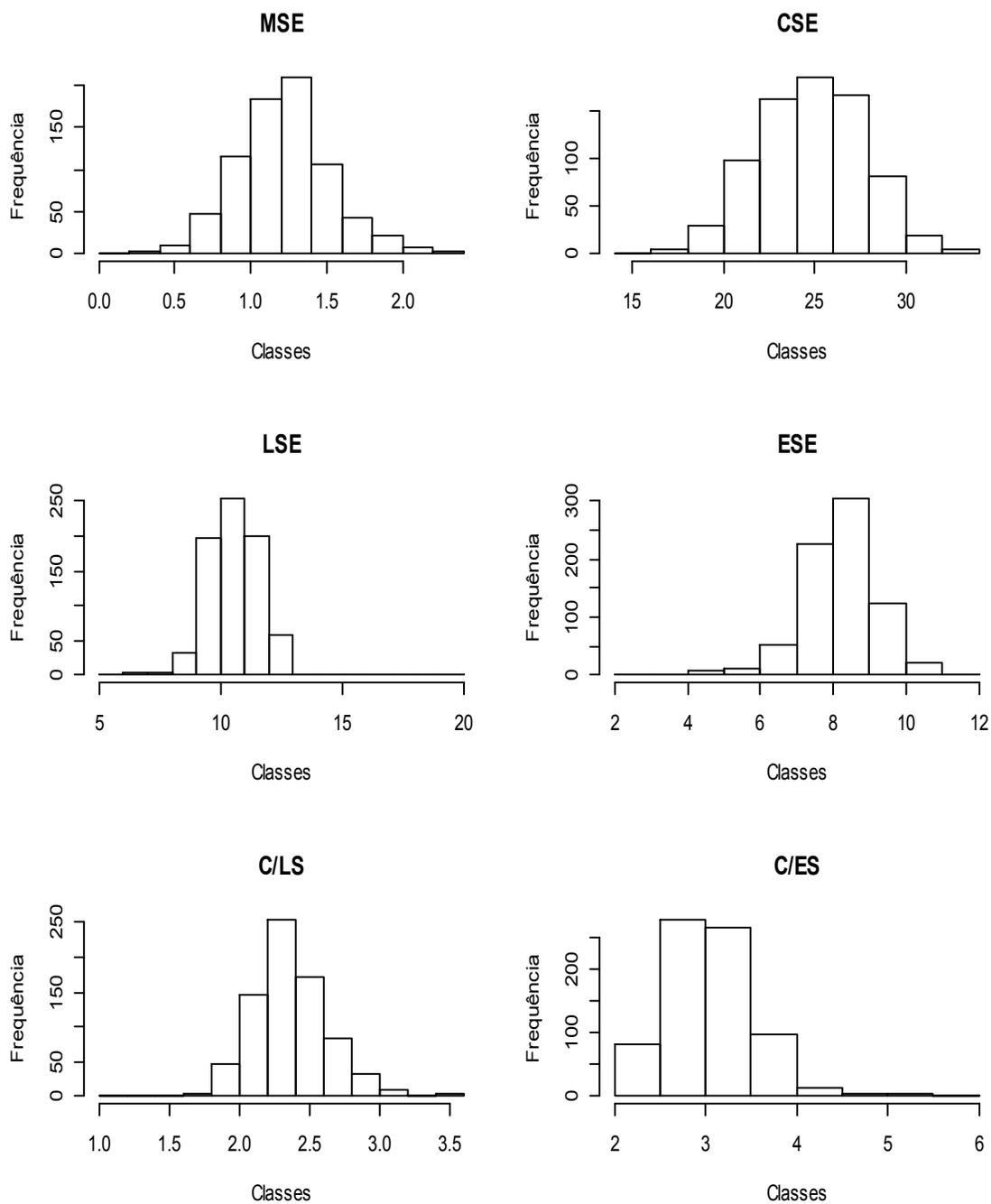


Figura 3.3.2 Histogramas representando a distribuição de freqüências das variáveis de sementes de *D. alata*. MSE: Massa total da semente (g), CSE: Comprimento da semente (mm), LSE: Largura da semente (mm), ESE: Espessura da semente (mm), C/LS: Relação comprimento pela largura da semente e C/ES: Relação comprimento pela espessura da semente.

As médias encontradas por Sano et al. (1999) e Ferreira et al. (1998) para as variáveis comprimento, largura e espessura da semente foram bastante similares às encontradas no presente trabalho. As amplitudes de variação observadas pelos mesmos autores para semente são todas inferiores, mas dentro do intervalo deste estudo (Figura 3.3.2), com ênfase na espessura apresentada por Ferreira et al. (1998), por ser bastante inferior. Em contrapartida, valores diferentes na amplitude do comprimento (10,00 mm a 26,00 mm) e largura (9,00 mm a 13,00 mm) foram descritas por Sano et al. (2010b).

A amplitude de variação do presente estudo para os caracteres de fruto e semente apresentam-se, em sua maioria, superiores aos valores dos trabalhos citados, provavelmente pela maior representatividade da sua amostragem. As médias ou limites de intervalo de variação mais extremos, possivelmente são de subpopulações específicas ou devido ao efeito do ano de coleta.

Os valores de MSE tenderam a se comportar como os de MFR, apresentando o maior coeficiente de variação fenotípica relativa entre os caracteres de sementes avaliados, 25,76%. É interessante salientar o intervalo de variação apresentado por alguns desses caracteres, como se pode notar pelos valores de mínimo e máximo para cada um deles (Tabela 3.3.1), especialmente para massa da semente, comprimento e espessura da semente, que se comportaram parecidos às mesmas variáveis de frutos. O CV corrobora essa afirmação, variando de 10,35% para a largura da semente até 25,76% para a massa da semente.

As médias da relação entre comprimento e largura, e relação entre comprimento e espessura das sementes foram, respectivamente, 2,36 e 3,06 e os valores máximos e mínimos estão representados na Tabela 3.3.1 e Figura 3.3.2. Com relação ao formato das sementes, foi em geral oblonga ou linear e comprida. O CV(%) para C/ES foi de 15,95%, sendo considerado médio quando comparado às outras variáveis. A subpopulação 11 (Estrela do Norte, GO) demonstra o padrão no formato das sementes remetido pelas médias para os caracteres em questão. A subpopulação 19 (Barra do Garças, MT) também representa bem este padrão para C/LS e, a 3 (Pirenópolis, GO) para C/ES (Tabela 3.3.1).

Dentre as subpopulações estudadas, a 11 (Estrela do Norte, GO) apresentou o melhor desempenho médio para os caracteres de frutos, com uma média superior em quatro das seis variáveis avaliadas. Seguida pelas subpopulações 25 (Cárceres, MT), 18

(Indiara, GO) e 3 (Pirenópolis, GO), que tiveram um bom desempenho médio. Os frutos dessas subpopulações apresentam-se mais pesados e maiores, tornando-se mais atrativos para o mercado *in natura*.

As subpopulações com destaque em seu desempenho médio para as variáveis de semente estudadas foram a 25 (Cáceres, MT) e 11 (Estrela do Norte, GO), seguido das subpopulações 19 (Barra do Garças, MT), 21 (Jandaia, GO) e 4 (Sonora, MS). Notoriamente as duas subpopulações com maior valor médio para frutos foram às mesmas para a semente, evidenciando de antemão a correlação; frutos maiores possuem sementes maiores. Estas subpopulações apresentaram sementes bem desenvolvidas morfológicamente e com peso médio maior. Ressalte-se que o maior apelo econômico de *D. alata* Vog. está no valor nutricional de sua semente que apresenta elevados teores de proteínas e lipídios, alta concentração de ácidos graxos insaturados e alguns sais minerais (Vera et al. 2009). Sua utilização na alimentação vem sendo realizada de diferentes formas, dentre elas doces, geleias, licores, sorvetes, tortas, bombons, barras de cereais, amêndoas torradas, farinha, óleo, entre outras, produzidas por comunidades em assentamentos (Candil et al., 2007) e agricultores familiares, além do mercado *in natura*.

O rendimento da semente por fruto apresentou média de 4,50%, o que significa que 95,50% da massa do fruto, em média, correspondem à casca com polpa. Este valor está próximo ao encontrado por Czeder (2009), que encontrou valores médios de 4,39%, 4,14% e 5,28%, respectivamente para as regiões Leste, Oeste e Sudeste do estado de Goiás. As subpopulações: 1 (Cocalinho, MT), 4 (Sonora, MS), 15 (Paraíso, MS), 22 (Natividade, TO) e 23 (Arraias, TO) foram as que apresentaram os maiores rendimento de semente em relação ao fruto, embora com uma baixa média para massa de fruto e semente; a exceção se faz à subpopulação 4, que obteve bons caracteres de sementes aliados ao REND, mesmo com valores baixos para MFR, sendo considerada de interesse para o mercado.

Estes resultados demonstram que existe uma ampla variação fenotípica entre as localidades para alguns dos caracteres em estudo, principalmente para as variáveis de massa, ressaltando a sua importância para fins de conservação e melhoramento genético. A grande variação nos resultados, quando comparados aos trabalhos de outros autores, ressalta a afirmação de Sano & Simon (2008), de que a produção de frutos de baru é, em geral, extremamente variável entre os anos. Tais autores ainda mencionam que os frutos de baru têm dimensões maiores nos anos de safra menor e vice-versa. Assim, as dimensões

encontradas nas subpopulações do presente estudo, por ser um ano de safra maior, podem aumentar em anos de safra menor.

3.3.1. Análise de variância e estimativas de parâmetros fenotípicos

Há variação significativa para todos os caracteres em todos os níveis estruturais analisados: entre subpopulações, entre matrizes dentro de subpopulações e entre frutos dentro de matrizes (Tabela 3.3.2). Dentro de cada uma das subpopulações também foi detectada variação significativa para os caracteres avaliados, com algumas exceções: C/LF (subpopulações 8 e 9), C/EF (subpopulações 9, 12 e 21), MSE (subpopulação 23), ESE (subpopulação 3), C/LS (subpopulação 9), C/ES (subpopulação 12). Destes nove casos, sete referem-se a variáveis que descrevem o formato de frutos e sementes, confirmando uma maior uniformidade nestes caracteres.

De toda a variação observada, a maior parte deve-se à própria variação fenotípica existente entre as matrizes dentro de subpopulações, conforme se pode notar nos valores estimados nas proporções de variação para cada caráter, respondendo desde 37,50% da variância da relação comprimento do fruto pela largura até 68,40% na variância da relação comprimento pela espessura do fruto. O restante corresponde à variância entre subpopulações e frutos dentro de matrizes (Tabela 3.3.2). Assim como retratado em trabalhos realizados com o baru (Sano et al., 1996, 1999; Corrêa et al., 2000), e outras frutíferas do Cerrado, mangaba (Ganga et al., 2009), cagaita (Silva et al., 2001), pequi (Vera et al., 2005; Moura, 2011), a variação fenotípica existente entre as plantas é bastante influenciada por componentes ambientais não controlados, como solo, clima, condição de antropização, idade da planta, competição, e também pela própria diferença genética entre os indivíduos (Corrêa et al., 2000; Ganga et al., 2009).

Nota-se que, com relação às variáveis de frutos a maior proporção da variabilidade se deu entre matrizes dentro de subpopulações, o restante entre subpopulações e depois entre frutos dentro de matrizes. Para as variáveis de semente, a maior variação também ocorreu entre matrizes, no entanto, seguida de variação entre frutos dentro de matrizes e entre subpopulações (Tabela 3.3.2.). Corrêa et al. (2000), assim como Sano et al. (1996), observaram, também, maior variação entre matrizes dentro de população (entre plantas dentro de regiões). O número de populações e frutos coletados no presente trabalho foi satisfatório para demonstrar a variação fenotípica, mesmo que

Tabela 3.3.2 Análise de variância de 13 caracteres físicos de frutos e sementes de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios												
		MFR	CFR	LFR	EFR	C/LF	C/EF	MSE	CSE	LSE	ESE	C/LS	C/ES	REND
Subpopulações	24	1053,4**	521,0**	221,1**	128,8**	0,128**	0,326**	0,832**	75,09**	6,034**	5,843**	0,447**	1,131**	10,41**
Matrizes (Subpopulações)	125	251,8**	120,3**	51,02**	42,38**	0,029**	0,144**	0,294**	27,02**	3,812**	3,406**	0,246**	0,819**	3,900**
Frutos (Matrizes)	600	13,63**	7,064**	2,378**	1,689**	0,002**	0,006**	0,028**	1,841**	0,455**	0,372**	0,021**	0,082**	0,300**
1		133,2**	198,4**	70,67**	32,48**	0,022**	0,102**	0,352**	43,74**	1,180*	2,382**	0,356**	0,396**	0,810*
2		383,3**	218,3**	70,43**	65,22**	0,056**	0,106**	0,205**	35,26**	1,585**	4,432**	0,284**	1,087**	3,710**
3		672,0**	208,8**	63,05**	75,26**	0,065**	0,043**	0,097**	23,21**	2,119**	0,626 ^{NS}	0,476**	0,396**	13,80**
4		192,8**	115,7**	66,08**	27,45**	0,038**	0,073**	0,996**	36,48**	3,518**	7,980**	0,328**	0,419**	2,890**
5		344,7**	94,7**	48,62**	35,54**	0,019**	0,104**	0,566**	30,96**	4,492**	8,043**	0,182**	1,358**	2,060**
6		118,1**	76,89**	49,58**	38,40**	0,028**	0,149**	0,100**	19,00**	1,056*	1,828**	0,319**	0,418**	1,430**
7		314,9**	150,3**	45,68**	35,69**	0,012**	0,056**	0,248 ^{NS}	38,63**	2,139**	1,282**	0,228**	0,960**	3,010**
8		63,23**	49,06**	35,76**	8,054**	0,005 ^{NS}	0,137**	0,045 ^{NS}	9,396**	3,367**	4,982**	0,103**	1,278**	2,850**
9		216,4**	56,65**	27,19**	22,00**	0,001 ^{NS}	0,007 ^{NS}	0,448**	26,11**	5,301**	5,522**	0,025 ^{NS}	0,721**	2,490**
10		314,9**	215,9**	64,98**	42,35**	0,025**	0,074**	0,288**	39,03**	6,602**	2,477**	0,094**	1,127**	2,770**
11		666,4**	310,6**	32,94**	50,63**	0,061**	0,093**	0,432**	37,86**	0,638 ^{NS}	3,527**	0,459**	0,705**	3,590**
12		199,3**	101,3**	21,58**	30,73**	0,018**	0,009 ^{NS}	0,269**	8,060**	1,694**	2,219**	0,114**	0,081 ^{NS}	2,830**
13		118,5**	56,79**	40,40**	13,83**	0,018**	0,041**	0,277**	30,19**	2,359**	0,945*	0,182**	0,256**	0,510 ^{NS}
14		132,2**	38,86**	36,37**	26,44**	0,006*	0,038**	0,269**	13,81**	3,964**	9,205**	0,112**	2,390**	2,480**
15		140,2**	118,1**	52,95**	30,32**	0,017**	0,131**	0,339**	22,92**	10,89**	4,100**	0,329**	0,829**	8,430**
16		40,58*	64,42**	26,54**	21,80**	0,075**	0,173**	0,099**	28,78**	8,398**	2,084**	0,449**	1,512**	1,900**
17		513,7**	226,4**	110,3**	72,37**	0,011**	0,146**	0,450**	36,13**	10,41**	2,389**	0,171**	0,854**	6,180**
18		393,8**	162,6**	94,51**	42,36**	0,021**	0,038**	0,210**	12,04**	3,144**	1,388**	0,081**	0,256**	2,470**
19		88,72**	58,57**	15,49**	26,61**	0,052**	0,179**	0,086*	21,23**	2,432**	3,418**	0,404**	1,296**	2,450**
20		478,5**	229,3**	106,7**	73,22**	0,009**	0,060**	0,441**	56,15**	4,246**	1,956**	0,345**	0,934**	3,090**
21		145,1**	50,76**	27,15**	23,16**	0,006*	0,009 ^{NS}	0,398**	12,45**	3,751**	4,009**	0,063*	0,401**	2,320**
22		155,7**	33,59**	24,45**	105,0**	0,055**	0,970**	0,117**	26,37**	1,487**	1,856**	0,376**	0,336**	9,330**
23		107,4**	25,79**	29,78**	107,6**	0,055**	0,718**	0,030 ^{NS}	15,86**	2,912**	3,379**	0,298**	1,228**	12,47**
24		123,5**	63,81**	56,50**	10,10**	0,043**	0,072**	0,233**	32,28**	5,075**	0,854*	0,190**	0,558**	3,110**
25		238,3**	81,36**	57,61**	42,73**	0,011**	0,062**	0,356**	19,60**	2,536**	4,262**	0,182**	0,686**	0,630 ^{NS}
<i>P_{Sub}</i>		30,40	31,00	31,90	22,70	37,50	15,80	19,60	18,90	6,200	7,700	8,600	4,200	89,74
<i>P_{Mat(Sub)}</i> %		54,10	52,60	54,80	64,10	37,50	68,40	58,70	59,40	56,20	57,30	62,80	61,90	6,410
<i>P_{Frut(mat)}</i> %		15,50	16,40	13,30	13,20	25,00	15,80	21,70	21,70	37,60	35,00	28,60	33,90	3,850
<i>P_{ST}</i>		0,219	0,227	0,225	0,1503	0,234	0,099	0,1442	0,137	0,052	0,062	0,069	0,034	0,164

MFR: Massa total do fruto (g), CFR: Comprimento do fruto (mm), LFR: Largura do fruto (mm), EFR: Espessura do fruto (mm), C/LF: Relação comprimento pela largura do fruto e C/EF: Relação comprimento pela espessura do fruto, MSE: Massa total da semente (mm), CSE: Comprimento da semente (mm), LSE: Largura da semente (mm), ESE: Espessura da semente (mm), C/LS: Relação comprimento pela largura da semente, C/ES: Relação comprimento pela espessura da semente, e REND: Rendimento da semente. ^{NS}: não significativo; * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. *P_{Sub}*: proporção da variância total que se deve à diferença entre subpopulações; *P_{Mat(pop)}*: proporção da variância total que se deve à diferença entre matrizes dentro de uma mesma subpopulação e *P_{Frut(mat)}*: proporção da variância total que se deve à diferença entre frutos dentro de matrizes. *P_{ST}*: diferenciação genética quantitativa entre subpopulações.

proporcionalmente menor, entre frutos dentro de matriz. Ressalta-se que para os caracteres de semente, a variação entre frutos dentro de matrizes foi maior que a variação entre as subpopulações.

O rendimento da semente comportou-se de forma diferenciada com relação aos outros caracteres estudados, apresentando maior variação entre as subpopulações, seguida pela variação entre matrizes dentro de populações e, finalmente, pela variação entre frutos dentro de matrizes (Tabela 3.3.2). A elevada proporção de variabilidade existente dentro das subpopulações é indicativa do elevado potencial para seleção entre procedências, mesmo considerando-se que o desempenho dessas plantas pode alterar-se, caso sejam testadas em outros ambientes que não aquele de seu sítio de ocorrência (Corrêa et al., 2000).

A MFR, CFR, LFR e C/LF apresentaram os mais altos valores de P_{ST} (diferenciação fenotípica quantitativa entre as subpopulações), e a EFR, a MSE, o CSE e o REND apresentaram valores médios de P_{ST} (Tabela 3.3.2). Os valores encontrados de P_{ST} para as demais variáveis foram baixos. As variáveis com valores altos e médios de P_{ST} são recomendáveis para inferir sobre a diferenciação fenotípica entre as subpopulações.

Com base na decomposição da fonte de variação entre subpopulações pôde-se verificar que as subpopulações que apresentaram maiores variabilidade para os caracteres físicos de frutos avaliados foram: 3 (Pirenópolis, GO), 2 (Água Boa, MT), 20 (Várzea Grande, MT) e 17 (Camapuã, MS). Algumas subpopulações obtiveram maiores variabilidade para caracteres específicos, como as subpopulações 11 (Estrela do Norte, GO) para MFR e CFR; 20 (Várzea Grande, MT) para CFR e LFR, 22 (Natividade, TO) e 23 (Arraias, TO) para EFR e C/EF (Tabela 3.3.2).

A decomposição da fonte de variação entre subpopulações com base nas variáveis de sementes avaliadas demonstrou que não há uma especificação de melhores subpopulações para os caracteres em conjunto (grupos morfológicos distintos). As subpopulações 9 (Icém, SP), 16 (Terenos, MS), 17 (Camapuã, MS) e 20 (Várzea Grande, MT) tiveram uma alta variabilidade para três ou quatro dos seis caracteres de sementes em estudo, não sendo essa variabilidade a maior para a maioria das variáveis quando comparada entre as subpopulações. As subpopulações que obtiveram maiores variabilidades para CSE foram: 1 (Cocalinho, MT) e 20 (Várzea Grande, MT); para LSE, 15 (Paraíso, MS) e 17 (Camapuã, MS); para ESE, 4 (Sonora, MS) e 14 (Pintópolis, MG);

para C/LS, 3 (Pirenópolis, GO) e 11 (Estrela do Norte, GO); e para C/ES, 5 (Alcinópolis, MS) e 14 (Pintópolis, MG).

A variabilidade encontrada entre as subpopulações aliada à grande amplitude de variação encontrada para maior parte dos caracteres do barueiro avaliados ressalta que os mesmos se comportam diferentemente entre os locais de coleta. Deste modo, pode-se recomendar as subpopulações, ou locais de coletas com melhor desempenho para os caracteres de interesse no mercado. Com ênfase nas variáveis com maiores médias e CV% temos as subpopulações: 25 (Cáceres, MT) e 11 (Estrela do Norte, GO), entre outras citas anteriormente com maior variação específica para caracteres de fruto e semente. As subpopulações com maior variabilidade fenotípica representando boa parte das variáveis foi a 20 (Várzea Grande, MT) e 17 (Camapuã, MS), porém, houve algumas subpopulações, já citadas, com alta variação para caracteres específicos.

3.3.3. Correlações

Os coeficientes de correlações fenotípicas entre as variáveis avaliadas nos diferentes níveis hierárquicos, entre subpopulações, entre matrizes dentro de subpopulações e entre frutos dentro de matrizes, mostraram uma correlação positiva e significativa entre a maioria dos pares de caracteres avaliados (Tabela 3.3.3). A correlação no nível de frutos dentro de matrizes deve-se apenas a efeitos ambientais (não genéticos), nos demais níveis há um confundimento de efeitos genéticos e ambientais. Nestes casos, quando o coeficiente de correlação fenotípica apresenta-se de alta magnitude em valor absoluto, significa que tanto a correlação genética quanto ambiental devem ser também, de alta magnitude. Quando a correlação fenotípica é de baixa magnitude tanto pode ocorrer de suas componentes serem também de baixa magnitude ou que apresentem sinais contrários. A correlação entre frutos dentro de matrizes, portanto, pode dar um indicativo do sinal da correlação ambiental, permitindo certas inferências sobre os demais níveis.

Na correlação fenotípica geral e entre médias das subpopulações, o caráter massa total do fruto (MFR) mostrou-se altamente correlacionado com os demais caracteres dimensionais de frutos e sementes, apresentando uma correlação negativa com o REND (Tabela 3.3.3). Corrêa et al. (2000) observaram a mesma correlação entre a MFR com os

Tabela 3.3.3 Estimativas de coeficientes de correlação fenotípica total, correlação fenotípica entre médias das subpopulações (Subpopulações), entre médias de matrizes dentro das subpopulações (Matrizes (Sub)) e entre frutos dentro de matrizes (Frutos (Mat)) para as variáveis estudadas de frutos e sementes de *Dipteryxalata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Correlações	Fen. Total	Subpopulação	Matrizes (Sub)	Frutos (Mat)
MFR/CFR	0,836**	0,823**	0,858**	0,767**
MFR/LFR	0,846**	0,851**	0,867**	0,739**
MFR/EFR	0,878**	0,967**	0,869**	0,765**
MFR/MSE	0,710**	0,867**	0,708**	0,576**
MFR/CSE	0,743**	0,975**	0,707**	0,571**
MFR/LSE	0,407**	0,748**	0,407**	0,313**
MFR/ESSE	0,331**	0,547**	0,320**	0,292*
MFR/REND	-0,565**	-0,774**	-0,609**	-0,314**
CFR/LFR	0,765**	0,767**	0,781**	0,684**
CFR/EFR	0,662**	0,759**	0,645**	0,573**
CFR/MSE	0,647**	0,721**	0,678**	0,507**
CFR/CSE	0,813**	0,891**	0,842**	0,631**
CFR/LSE	0,375**	0,665**	0,392**	0,254*
CFR/ESSE	0,185**	0,431**	0,138 ^{NS}	0,192 ^{NS}
CFR/REND	-0,388**	-0,515**	-0,437**	-0,187 ^{NS}
LFR/EFR	0,726**	0,761**	0,746**	0,564**
LFR/MSE	0,680**	0,845**	0,702**	0,449**
LFR/CSE	0,707**	0,941**	0,681**	0,484**
LFR/LSE	0,514**	0,973**	0,538**	0,299**
LFR/ESSE	0,247**	0,401**	0,251*	0,183 ^{NS}
LFR/REND	-0,421**	-0,532**	-0,471**	-0,237*
EFR/MSE	0,586**	0,789**	0,582**	0,400**
EFR/CSE	0,558**	0,907**	0,486**	0,409**
EFR/LSE	0,329**	0,535**	0,347**	0,228*
EFR/ESSE	0,376**	0,531**	0,397**	0,273**
EFR/REND	-0,611**	-0,841**	-0,665**	-0,317**
MSE/CSE	0,778**	0,989**	0,751**	0,682**
MSE/LSE	0,626**	0,594**	0,664**	0,593**
MSE/ESSE	0,685**	0,837**	0,662**	0,709**
MSE/REND	0,104 ^{NS}	-0,432**	0,112 ^{NS}	0,586**
CSE/LSE	0,463**	0,787**	0,445**	0,416**
CSE/ESSE	0,252**	0,837**	0,140 ^{NS}	0,290**
CSE/REND	-0,154**	-0,537**	-0,173 ^{NS}	0,244*
LSE/ESSE	0,291**	0,710**	0,294**	0,368**
LSE/REND	0,140*	-0,702**	0,203*	0,408**
ESE/REND	0,288**	-0,044 ^{NS}	0,277**	0,609**

MFR: massa total do fruto (g); CFR: Comprimento do fruto (mm); LFR: Largura do fruto (mm) e EFR: Espessura do fruto (mm); MSE: Massa total da semente (g), CSE: Comprimento da semente (mm); LSE: Largura da semente (mm); ESE: Espessura da semente (mm) e REND: Rendimento da semente. ^{NS}: não significativo; * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

demais caracteres apresentada no presente trabalho. Merecem destaque as correlações positivas e elevadas observadas entre as variáveis: comprimento do fruto (CFR) com comprimento da semente (CSE) e CSE com massa da semente (MSE), por serem estas variáveis de interesse no mercado.

Na análise de correlação entre matrizes dentro de subpopulações, assim como frutos dentro de matrizes, o carácter MFR também se apresentou altamente correlacionado com os demais caracteres de frutos, apresentou a mesma correlação negativa com a variável REND e uma correlação satisfatória com algumas variáveis de semente (MSE e CSE). As estimativas de correlação elevadas e positivas se confirmam entre os caracteres de CFR e CSE, MSE e CSE, assim como observado na correlação entre subpopulações (Tabela 3.3.3).

Das variáveis avaliadas também foi constatada alta correlação fenotípica entre a largura do fruto (LFR) e CSE com a maioria das demais variáveis. Correlação não significativa foi visualizada para a correlação fenotípica total entre o carácter MSE com REND, entre subpopulações foi observado para ESE com REND, entre matrizes para os caracteres CFR com ESE, CSE com ESE, MSE com REND e CSE com REND e para frutos dentro de matrizes foi observado entre as variáveis CFR com ESE, LFR com ESE e CFR com REND (Tabelas 3.3.3).

Correlações significativas e elevadas entre massa do fruto e as demais variáveis descritivas, assim como o comprimento do fruto e comprimento da semente e massa da semente e seu comprimento, são desejadas para o melhoramento da espécie, pois, selecionando-se matrizes com frutos maiores, conseqüentemente, estariam sendo selecionados frutos mais pesados, frutos com sementes maiores e maior massa de semente. Correlações positivas indicam que as duas características são beneficiadas ou prejudicadas pelas mesmas causas de variação. Desta maneira, caracteres com correlações positivas e de alta magnitude podem ser considerados uma única unidade de seleção.

Para o carácter rendimento da semente seria aconselhável a seleção de indivíduos que apresentam MSE maiores e com menores MFR; a correlação negativa entre as variáveis, REND e MFR (Tabela 3.3.3) corroboram com essa afirmação. No entanto, a polpa, assim como a semente, tem importância na exploração econômica da espécie e o recomendável seria selecionar frutos maiores para terem-se sementes maiores, ou frutos com maior massa para também se obter ganho na massa da semente.

3.4 CONCLUSÕES

- Há elevada variabilidade fenotípica para a maioria dos caracteres físicos de frutos e sementes de barueiro, para todos os níveis hierárquicos testados e para todas as variáveis físicas avaliadas.
- A maior parte da variabilidade situa-se entre matrizes dentro de subpopulações, e sequencialmente, entre subpopulações e frutos ou sementes dentro de matrizes.
- Frutos e sementes formam grupos morfológicos distintos, permitindo ressaltar algumas subpopulações com desempenho médio superior.
- As variáveis massa do fruto e massa da semente apresentam uma maior variação fenotípica entre as variáveis estudadas, sendo altamente correlacionadas com os demais caracteres.
- Sementes de baru com massas menores obtiveram um rendimento mais alto.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 188 p.

BOTEZELLI L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **CERNE**, Uberlândia, v. 6, n. 1, p. 9-19, jan./mar. 2000.

CANDIL, R. F. M.; ARRUDA, E. J. de; ARAKAKI, A. H. Cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.): uma forma alimentar e de renda à comunidade do assentamento Andalúcia – Nioaque/MS. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 8, n. 1, mar. 2007.

CONSERVATION INTERNATIONAL. **Biodiversity Hotspots**, 2004. Disponível em: <http://www.biodiversityhotspots.org/>, Acesso em: 10/06/2011.

CORRÊA, G. de C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R. da; ZICA, L. F. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.) em três populações nos Cerrados do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, n. 2, p. 5-11, 2000.

CORRÊA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, out./dez. 2008.

CRUZ, C. D. **Programa GENES – Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 442p.

CZEDER, L. P. **Composição nutricional e qualidade protéica da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) de plantas de três regiões do Cerrado do estado de Goiás**. 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

FERREIRA, M. B. Plantas portadoras de substâncias medicamentosas, de uso popular, nos cerrados de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 61, p. 19-23, 1980.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVID A. C.; MALAVASI, M. M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel - baru (leguminosa e papilionoideae). **CERNE**, Uberlândia, v. 4, n. 1, p. 73-87, 1998.

GANGA, R. M. D; CHAVES, L. C.; NAVES, R. V. Parâmetros genéticos em progênes de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 395-404, 2009.

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

KAGEYAMA, P. Y.; CUNHA, G. C.; BARRETO, K. D.; GANDARA, F. B.; CAMARGO, F. R. A.; SEBBENN, A. M. Diversidade e autocorrelação genética espacial em populações de *Ocotea odorifera* (Lauraceae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 1. n. 64, p. 108-119, 2003.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B.A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, jul. 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 352 p.

MELHEM, T. S. **Fisiologia do desenvolvimento de *Dipteryx alata* Vog.: contribuição ao seu estudo**. 1972. 215 f. Dissertação (Tese de Doutorado)-Instituto de Biociências/USP, São Paulo, 1972.

MELO, D. B. **Diversidade molecular e proporção da variabilidade genética preservada em uma coleção *ex situ* de germoplasma de barueiro (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

MING L. C.; HIDALGO, A. F.; SILVA, M. A. S.; SILVA, S. M. P.; CHAVES, F. C. M. **Espécies Brasileiras com potencial alimentar: Uso atual e desafios**. Departamento de Produção Vegetal/Setor Horticultura – Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu, SP, 2000. 237 p.

MOURA, N. F. **Caracterização de frutos e progênies de pequiheiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) do cerrado**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia)–Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 1, p. 853-858, fev. 2000.

PAIVA, F. F. A.; LEITE, L. A. S.; PESSOA, P. F. A. P.; SOUZANETO, J.; SÁ, F. T.; SILVA NETO, R. M.; FERNANDES, A. R. Processamento de castanha de caju. In: SILVA, C. A. B. da; FERNANDES, A. R. (Ed.). **Projetos de empreendimentos agroindustriais: produtos de origem vegetal**. Viçosa: Ed. da UFV, 2003. v. 2, n. 1, p. 171-21.

PERSSONI, L. A. **Estratégias de análise da diversidade em germoplasma de cajueiro (*Anacardium* ssp. L)**. 2007. 157 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SANO, S. M.; VIVALDI, L. J. Produção de baru (*Dipteryx alata* Vog.) no seu habitat. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS/FOREST, 4., 1996, Belo Horizonte, **Resumos...** Belo Horizonte. 1996. p. 217-18.

SANO, S. M.; VIVALDI, L. J.; SPEHAR, C. R. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 513-518, abr. 1999.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de. **Baru: biologia e uso**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 52 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 116).

SANO, S. M.; SIMON, M. F. Produtividade de baru (*Dipteryx alata* vog.) em ambientes modificados, durante 10 anos. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais: **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM. 1 folder

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environ Monit Assess**, 166:113–124, 2010a.

SANO, S. M.; BRITO, M. A.; RIBEIRO, J. F. Baru. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M.; (Eds.) **Frutas nativas daregião Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010b. 322p.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L. R. M. 1994. **Frutas nativas dos cerrados**. CPAC-Embrapa. 166p.

SILVA, R. M.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização de frutos e árvores de

cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) no sudeste do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 330-334, 2001.

TORGGLER, M. G. F. **Varição genética entre progênies dentro de procedências de *Eucalyptus saligna* Smith**. 1987. 198 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)—Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1987.

VERA, R.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. do; CHAVES, L. J.; LENDRO, W. M.; SOUZA, E. R. B. de. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p. 71-79, 2005.

VERA, R.; SOARES JUNIOR, M. S.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. R. B.; 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, 2009.

4 VARIABILIDADE GENÉTICA ENTRE SUBPOPULAÇÕES E PROGÊNIES DE BARUEIRO CONDUZIDAS EM TELADO

RESUMO

O estudo da variabilidade genética de caracteres quantitativos é importante para subsidiar estratégias de conservação, coleta e melhoramento genético de espécies nativas. Este trabalho objetivou estudar a variabilidade genética entre progênies e entre subpopulações de barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) provenientes de diferentes regiões no Bioma Cerrado. Os frutos foram coletados no mês de agosto de 2011, em 25 subpopulações, abrangendo seis estados. De cada subpopulação foram amostradas seis matrizes, escolhidas aleatoriamente com coleta de, pelo menos, 25 frutos por matriz. As mudas de barueiro foram produzidas em condições de telado, com 50% de sombreamento. O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, com 150 tratamentos (progênies), cinco repetições e cinco embalagens por parcela. Em três blocos foram semeados os frutos intactos, e em duas repetições foram semeadas as sementes provenientes dos frutos que foram abertos. Foram analisadas sementes e plântulas quanto às suas características de emergência e desenvolvimento inicial. Adotou-se para o ensaio o modelo hierárquico com os efeitos desubpopulações e progênies dentro de subpopulações. Houve variação significativa entre progênies dentro de subpopulações e entre subpopulações para altura inicial e final, número de folíolos, tamanho total da folha, número de internódios e comprimento da parte aérea das plântulas. Maior proporção da variabilidade foi observada entre progênies dentro de subpopulações. A herdabilidade encontrada para a altura final, a massa fresca e a massa seca da parte aérea indica maior possibilidade de seleção para estes caracteres.

Palavras-chave: Recursos genéticos, germoplasma, parâmetros genéticos, baru.

GENETIC VARIABILITY AMONG SUBPOPULATIONS AND PROGENIES OF BARU TREE IN NURSERY ENVIRONMENT

ABSTRACT

The study of genetic variability of quantitative traits is important to support conservation strategies, collection and breeding of native species. This study investigated the genetic variability among progenies and among subpopulations of “barueiro” (*Dipteryx alata* Vog.) from different regions of the Cerrado Biome. Fruits were collected in August 2011 in 25 subpopulations, covering six states. Of each subpopulation were sampled six matrices with at least 25 fruits per plant. Seedlings were produced under nursery conditions, with 50% shading. The experimental design was a randomized complete block, with 150 treatments (progeny), five replicates and five packages per plot. In three blocks intact fruit

were sowed, and two replications were sown using botanical seeds (nuts). Seeds and seedlings were evaluated considering variables of emergence and early development. The analysis was performed using a hierarchical model with the effects of subpopulations and progenies within subpopulations. There was significant variation among progeny within subpopulations and among subpopulations for initial and final height, number of leaves, total leaf size, number of internodes and root length of seedlings. Greater proportion of variability was observed among progeny within subpopulations. The heritability found for final height, fresh weight and dry weight indicates greater chance of selection for these characters.

Key words: Genetic resources, germplasm, genetic parameters, baru.

4.1 INTRODUÇÃO

Uma das maneiras de conhecer uma espécie é estudando a sua diversidade genética por meio de características fenotípicas e moleculares. A variação entre os fenótipos em uma população surge das diferenças médias entre os genótipos e da variação ambiental. As variações de ambiente podem ofuscar as de natureza genética e quanto maior for a proporção da variabilidade decorrente do ambiente em relação à variabilidade total, mais difícil será selecionar genótipos de forma efetiva (Paiva & Valois, 2001).

A diversidade genética entre e dentro de populações de uma espécie merece consideração especial, pois os efeitos das alterações nas frequências alélicas são refletidos diretamente sobre os indivíduos que formam a população (Sobierajski, 2004). O estudo da diversidade visa tornar claras as relações genéticas, quantificar o nível de variabilidade total existente e sua distribuição entre e/ou dentro de unidades taxonômicas. Este conhecimento vem proporcionando importantes contribuições ao melhoramento genético, ao gerenciamento de bancos de germoplasma, à conservação de recursos genéticos e ao entendimento dos processos evolutivos das espécies (Perssoni, 2007). Assim, a diversidade genética geralmente tem sido estudada dentro de espécies, medindo tanto as diferenças entre indivíduos, quanto as diferenças entre populações naturais, que muitas vezes estão separadas entre si pela perda e fragmentação dos habitats naturais.

Os caracteres quantitativos são aqueles controlados por vários genes e/ou muito influenciados pelo ambiente (Ramalho et al., 1993). A divergência genética tem sido avaliada por meio de técnicas biométricas, baseadas na quantificação da heterose, ou por processos preditivos. Os métodos preditivos de estudo da diversidade genética baseiam-se em diferenças agronômicas, morfológicas, fisiológicas ou moleculares, quantificando-as em alguma medida de dissimilaridade que expresse grau de diversidade genética entre os

genótipos. De maneira geral, estudos de diversidade genética são realizados a partir de informações das medidas de dissimilaridade obtidas de variáveis quantitativas discretas ou contínuas, dissimilaridades obtidas de variáveis qualitativas binárias e de variáveis qualitativas multicategóricas (Cruz et al., 2011).

O barueiro, devido a sua ampla distribuição geográfica e seu potencial de mercado é uma das espécies chaves entre as frutíferas do Cerrado que devem ser priorizadas para estudos de sua variação genética, para possível melhoramento (Junqueira et al., 2008). Este estudo da variabilidade genética populacional baseado em características quantitativas é de grande importância para o melhor entendimento da estruturação da variabilidade genética nas subpopulações da espécie e para nortear futuros programas de melhoramento via seleção de progênie ou procedência. Parâmetros de diversidade entre subpopulações são informações importantes na determinação de tamanhos efetivos populacionais e no número de subpopulações a serem consideradas em programas de conservação, tanto *in situ* quanto *ex situ* (Chaves, 2001).

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivos: avaliar o desenvolvimento inicial de progênies de barueiro e caracterizar os níveis de variabilidade genética de caracteres quantitativos do barueiro no Cerrado brasileiro, com a finalidade de subsidiar estratégias de prospecção, conservação e utilização da variabilidade genética da espécie.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para produção das mudas foram utilizadas sementes de uma coleta realizada no mês de agosto de 2011, em 25 subpopulações nos Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo (Figura 4.2.1). De cada subpopulação foram escolhidas seis matrizes, amostradas aleatoriamente dentre aquelas com produção suficiente, para coleta de, pelo menos, 25 frutos não danificados por matriz.

A coleta dos frutos foi realizada respeitando-se seu ponto de maturação fisiológica, que corresponde ao ponto em que eles se desprendem facilmente dos ramos ou aqueles que já se encontram no solo sob a copa das plantas. Uma vez colhidos, os frutos foram acondicionados em embalagens plásticas teladas, tipo bobina, etiquetadas e identificadas com os dados de procedência e matriz, sendo então transportados para o Laboratório de Fitotecnia da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em

Goiânia. A identificação das subpopulações amostradas foi realizada por meio de suas coordenadas geográficas médias com o auxílio de um GPS. Os ambientes em que as subpopulações foram coletadas foram, em sua maioria, pastagens (Tabela 4.2.1 e Figura 4.2.1).

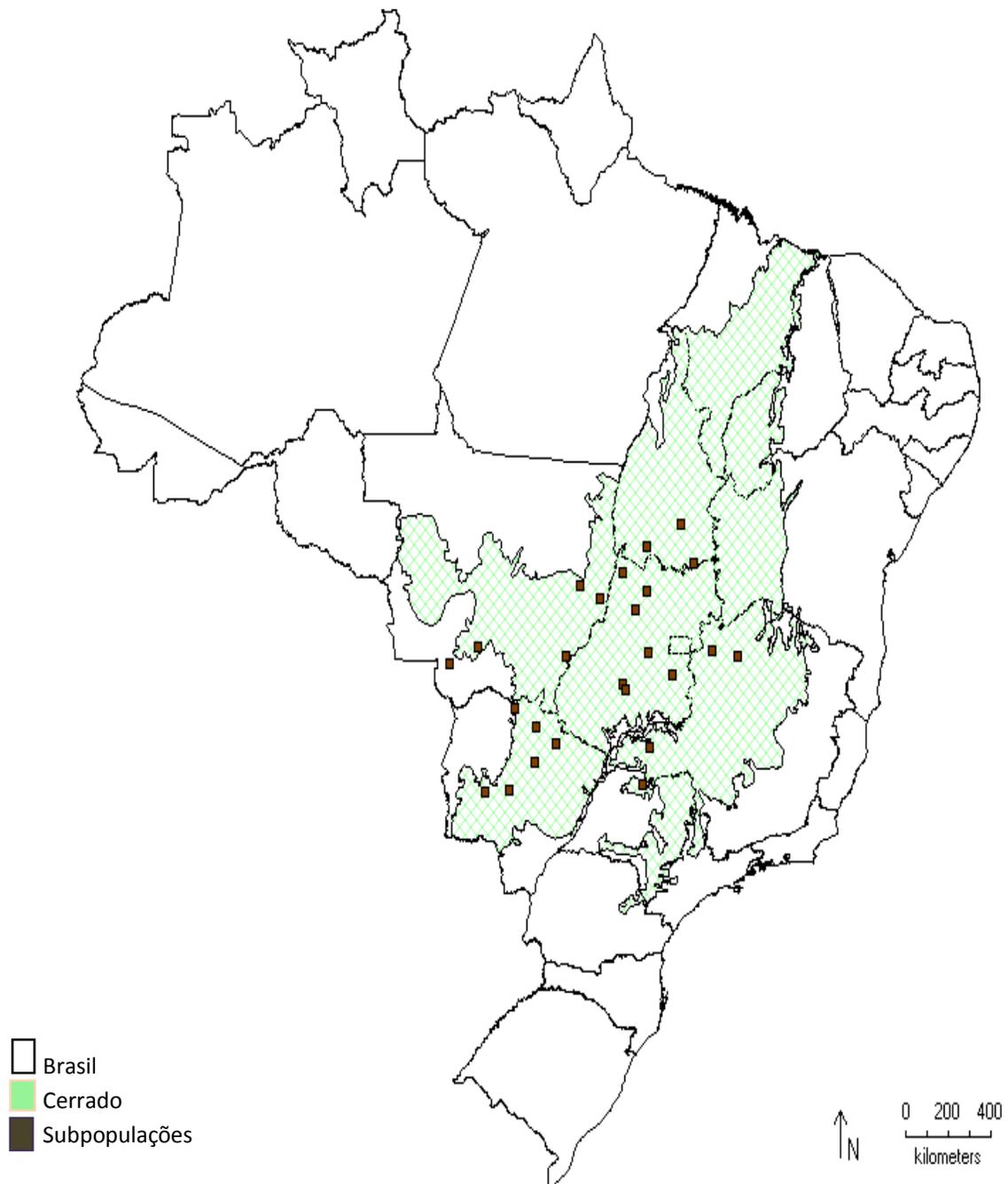


Figura 4.2.1 Localização das áreas de coleta das 25 subpopulações de *Dipteryx alata* Vog. amostradas no Cerrado.

Tabela 4.2.1 Localidades e coordenadas geográficas das 25 subpopulações de *Dipteryx alata* Vog. amostradas no Cerrado.

Subpopulação	Município – Estado	Latitude	Longitude (O)	Altitude (m)	Ambiente
1	Cocalinho – MT	14 09,495'	51 15,004'	246	Pastagem
2	Água Boa – MT	13 50,058'	52 02,325'	292	Pastagem
3	Pirenópolis – GO	16 00,220'	49 01,506'	769	Pastagem
4	Sonora – MS	17 50,337'	54 42,776'	325	Cerradão
5	Alcinópolis – MS	18 15,590'	53 56,202'	407	Beira da estrada
6	Alvorada – TO	12 26,471'	49 07,329'	302	Pastagem
7	São Miguel do Araguaia – GO	13 13,772'	50 06,632'	362	Pastagem
8	Luziânia – GO	16 44,108'	48 07,032'	859	Pastagem
9	Icém – SP	20 24,027'	49 14,588'	477	Beira da estrada
10	Monte Alegre de Minas – MG	18 58,789'	49 01,394'	725	Pastagem e beira da estrada
11	Estrela do Norte – GO	13 49,789'	49 08,394'	398	Pastagem
12	Santa Terezinha – GO	14 31,526'	49 37,244'	584	Pastagem
13	Arinos – MG	15 55,371'	46 07,986'	524	Pastagem e beira da estrada
14	Pintópolis – MG	16 04,354'	45 11,215'	517	Pastagem e beira da estrada
15	Paraíso das Águas – MS	18 58,292'	52 52,922'	672	Pastagem e Cerradão
16	Terenos – MS	20 25,696'	55 03,477'	257	Beira da estrada e Mata Seca
17	Camapuã – MS	19 31,509'	53 56,607'	554	Pastagem e beira da estrada
18	Indiara – GO	17 14,260'	49 57,722'	597	Pastagem
19	Barra do Garças – MT	16 06,380'	52 28,932'	316	Beira da estrada
20	Nossa Senhora do Livramento – MT	16 14,704'	57 32,844'	309	Pastagem e beira da estrada
21	Jandaia – GO	16 54,719'	50 12,121'	613	Pastagem
22	Natividade – TO	11 40,538'	47 43,121'	327	Pastagem e beira da estrada
23	Arraias – TO	12 56,646'	46 55,846'	721	Pastagem
24	Aquidauana – MS	20 39,167'	55 59,910'	222	Beira da estrada de terra
25	Cárceres – MT	15 40,722'	56 18,895'	252	Pastagem

As mudas de barueiro foram produzidas em condições de telado, com 50% de sombreamento, por semeadura direta, em saco de polietileno com 24 cm de altura e 18 cm de diâmetro, contendo substrato apropriado (mistura de 3:1:1, ou seja, três partes de terra, para uma de areia e uma de adubo), na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG), localizada no município de Goiânia, Goiás, a 16°36' de latitude Sul, 49°17' de longitude Oeste e 736 m de altitude. O delineamento experimental adotado foi o

de blocos completos casualizados, com 150 tratamentos (progênies), cinco repetições e cinco recipientes por parcela. Em três blocos foram enterrados os frutos intactos, para simular as condições de germinação que ocorrem na natureza. Em duas repetições foram semeadas as sementes botânicas provenientes dos frutos que foram abertos. O baru apresenta, normalmente, alta taxa de germinação (acima de 90%), sendo que o uso de sementes, ao invés de frutos inteiros, aumenta o percentual e diminui o tempo de emergência de plântulas (CORRÊA et al., 2000).

Em nov. e dez. de 2011, jan., fev. e mar. de 2012 as variáveis quantitativas avaliadas em viveiro foram: a taxa de emergência (PE) e número de dias para emergência (TE), por observação diária das plantas emergidas; diâmetro do colo (DIA) e a altura das plântulas (ALT), tomadas 2 medidas quinzenais, 1 mensal e outra com 2 meses a posteriori, até quatro meses da semeadura; comprimento do folíolo (CFOL) e largura do folíolo (LFOL), número de folíolos por folha (NFOL), tamanho total da folha (TTFO) e número de internódios (NINT), sendo medido sempre dois folíolos por folha (o segundo e seu oposto) e um total de quatro folhas por planta, ao final de quatro meses; comprimento do sistema radicular (CSRA), comprimento da parte aérea (CPAE), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca do sistema radicular (MSSR), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA). Para os caracteres MFSR, MSSR, MFPA e MSPA foram amostradas de uma a cinco plantas por parcela, dependendo da disponibilidade das mesmas, pois uma parte já havia sido transplantada para o campo para implantação da coleção de germoplasma.

A porcentagem de emergência (PE) foi estimada pela relação entre o total de plântulas emergidas e o número total de sementes semeadas por parcela. A variável taxa de crescimento da altura (TCALT) e a taxa de crescimento do diâmetro (TCDIA) foram calculadas estimando-se um coeficiente de regressão linear da variável original sobre o tempo, para cada planta, a partir dos dados obtidos de quatro leituras de altura e de diâmetro basal de cada plântula durante quatro meses (de dezembro/2011 a março/2012). Foram considerados ainda, a altura inicial/final (ALTI e ALTF) e diâmetro inicial/final (DIAI e DIAF) com os dados tomados na primeira e última leitura realizada em março de 2012.

Os dados de diâmetro basal das plântulas foram tomados com o auxílio de um paquímetro digital e expressos em mm e os dados de altura com o auxílio de régua milimetrada e expressos em cm. Os dados morfométricos das folhas também foram

realizados com auxílio de régua milimetrada e expressos em cm. O número de internódios foi obtido por contagem.

Em uma análise preliminar os dados obtidos das variáveis avaliadas nos blocos semeados com sementes nuas foram comparados com os dados obtidos dos blocos com frutos inteiros utilizando o teste t de student. As análises posteriores foram realizadas considerando-se apenas os blocos com sementes nuas, pelo grande número de falhas e variação nos dados dos blocos semeados com frutos intactos.

Os dados foram submetidos à estatística descritiva e, posteriormente, à análise de variância. As análises foram realizadas com base em procedimento genético-estatístico do *software* Genes (Cruz, 1997). O modelo utilizado foi o de blocos completos casualizados com delineamento hierárquico de tratamentos que considera o efeito de subpopulações e progênes dentro de subpopulações. O modelo utilizado foi:

$$Y_{ijk} = m + s_i + p_{j(i)} + b_k + e_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} : observação coletada da variável Y na plântula k da progênie j da subpopulação i;

m : média geral das observações;

s_i : efeito aleatório da subpopulação i, $i = 1, 2, \dots, S$;

$p_{j(i)}$:efeito aleatório da progênie j, dentro da subpopulação i, $j = 1, 2, \dots, p_i$;

b_k : efeito de bloco k, $k = 1, 2, \dots, B$;

e_{ijk} : efeito do erro experimental.

Baseando no modelo estatístico mencionado, elaborou-se o esquema de análise de variância e as esperanças dos quadrados médios (Tabela 4.2.2).

Tabela 4.2.2 Esquema da análise de variância e esperanças dos quadrados médios conforme o modelo estatístico hierárquico com efeitos de subpopulações e progênes dentro de subpopulações para caracteres quantitativos de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Fontes de Variação	GL	QM	E(QM)
Blocos	B - 1		
Subpopulações	S - 1	Q ₁	$\sigma^2 + 2\sigma_{\text{Pro}(Sub)}^2 + 12\sigma_{\text{Sub}}^2$
Progênes (Subpopulações)	P - S	Q ₂	$\sigma^2 + 2\sigma_{\text{Pro}(Sub)}^2$
Resíduo	(B - 1)(P - 1)	Q ₃	σ^2
Total	N - 1		

B: número de blocos (B = 2); S: número de subpopulações (S = 25); P: número total de progênes (P = 150) e N: número total de parcelas (N = 300)

Para as variáveis do sistema radicular e parte aérea das plantas que foram avaliadas com os dados obtidos de algumas plantas ao acaso de um bloco com sementes nuas o esquema de análise de variância desconsiderou o efeito de blocos, como se segue (Tabela 4.2.3).

Tabela 4.2.3 Esquema da análise de variância e esperanças dos quadrados médios conforme o modelo estatístico hierárquico com efeitos de subpopulações e progênes dentro de subpopulações para caracteres quantitativos de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Fontes de Variação	GL	QM	E(QM)
Subpopulações	S - 1	Q ₁	$\sigma^2 + 2,7182\sigma_{\text{Pro}(Sub)}^2 + 12,4633\sigma_{\text{Sub}}^2$
Progênes (Subpopulações)	P - S	Q ₂	$\sigma^2 + 2,4245\sigma_{\text{Pro}(Sub)}^2$
Resíduo	N - P	Q ₃	σ^2

S: número de subpopulações (S = 25); P: número total de progênes (P = 126) e N: número total de parcelas (N = 313)

Os componentes de variância foram estimados com base nas esperanças de quadrados médios e a partir desses componentes foram estimadas a proporção da variância total que se deve à diferença entre subpopulações (P_{Sub}); e a proporção da variância total que se deve à diferença entre progênes dentro de subpopulações ($P_{\text{Pro/Sub}}$). Utilizando os componentes de variância e admitindo reprodução por alogamia, foi estimado o parâmetro Q_{ST} , que mede a diferenciação genética quantitativa entre subpopulações, para cada caráter avaliado, sendo:

$$Q_{ST} = \frac{\hat{\sigma}_{\text{Sub}}^2}{\hat{\sigma}_{\text{Sub}}^2 + 2\hat{\sigma}_a^2}$$

A variância aditiva dentro de subpopulações, admitindo progênes de meios

$$\hat{\sigma}_a^2 = 4\hat{\sigma}_{\text{Prog}(Sub)}^2$$

irmãos, é:

A herdabilidade entre médias de progênes dentro de subpopulações, é:

$$\hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_{\text{pro}(sub)}^2}{\hat{\sigma}_{\text{pro}(sub)}^2 + \frac{\hat{\sigma}^2}{r}}$$

O coeficiente de variação genética entre progênes dentro de subpopulações, é:

$$CV_g = \frac{\hat{\sigma}_{\text{prog}(sub)}}{\hat{m}} \cdot 100$$

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Caracterização

As progênes originárias do plantio de sementes nuas apresentaram altos percentuais de emergência, cujos valores médios entre progênes oscilaram de 20 a 100%, com o valor médio geral de 93,80%. O número de dias para emergência (TE) das plântulas variou de 12 a 27 dias (Tabela 4.3.2). A taxa de emergência (PE) e o TE das plântulas procedentes das sementes nuas diferiram significativamente das oriundas do plantio do fruto inteiro (Tabela 4.3.1). A média das progênes oriundas do plantio do fruto inteiro para a PE foi de 9,70% e o TE variou de 26 a 63 dias com média de 43 dias. O presente resultado confirma que o uso de sementes nuas é uma prática recomendada para o cultivo do barueiro.

Tabela 4.3.1 Teste ‘t’ entre as plântulas oriundas de sementes nuas e frutos inteiros quanto à porcentagem e tempo de emergência e caracteres de desenvolvimento inicial das plântulas de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Valores	PE	TE	ALTI	ALTF	TCALT	DAI	DAF	TCDIA
Média (Semente Nuas)	93,80	16,14	12,39	13,67	0,785	5,289	5,789	0,509
Média (Fruto Inteiro)	9,700	41,74	10,17	12,13	0,959	3,990	5,366	0,731
<i>p</i> -valor	<	<	<	<		<	<	<
	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0129	0,0001	0,0001	0,0001

PE: Taxa de emergência; TE: Número de dias para emergência; ALTI: Altura das plântulas inicial (cm); ALTF: Altura das plântulas final (cm); TCALT: Taxa de crescimento da altura em mês (cm); DAI: Diâmetro do colo inicial (mm); DAF: Diâmetro do colo final (mm); TCDIA: Taxa de crescimento do diâmetro (mm).

Os valores médios observados para PE e TE condizem com os constatados na literatura. Melhem (1972) obteve 96% de germinação para sementes submetidas a um período de pós-maturação de 60 dias. Oliveira (1998) relata germinação da ordem de 50 a 90% e faixa de variação de 7 a 15 dias para três procedências de baru. Ferreira et al. (1998) citam PE de 92% em semeadura de sementes sobre substrato, com 4 repetições de 25 sementes. Corrêa et al. (2000) relatam PE que oscilou entre 66,70% e 100%, com o valor médio geral de 97,02% e TE com valores que variaram de 7 a 21 dias, e média geral de 12,8 dias, com amostragem de 150 plantas oriundas de três regiões distintas de ocorrência natural do baru. Botezelli et al. (2006), em trabalho com plantas oriundas de quatro localidades diferentes do estado de Minas Gerais, relatam porcentagem de germinação de, 88% a 93%, e TE entre o 5º e o 8º dias.

Os frutos das 25 subpopulações foram submetidos a um período de pós-maturação de aproximadamente duas semanas. Os resultados corroboram com os dados de Corrêa et al. (2000) que não constataram problemas quanto à germinação da espécie e confirmou a observação feita por Melhem (1972), de que as sementes têm germinação maximizada quando submetidas a um período de pós-maturação. Botezelli et al. (2006) ainda ressaltam que as altas porcentagens iniciais de germinação, aliadas à baixa umidade conferem às sementes de *D. alata* a característica de um bom potencial para armazenamento.

Os valores médios por subpopulação (Tabela 4.3.2) confirmam as altas taxas de germinação com as subpopulações 8 (Luziânia, GO), 19 (Barra do Garças, MT) e 25 (Cárceres, MT), com PE de 100%, e a baixa oscilação nos dias de germinação entre as subpopulações, com o menor valor apresentado pela subpopulação 11 (Estrela do Norte – GO; TE médio = 15,03) e o maior pela 17 (Camapuã – MS; TE médio = 18,39).

Os valores das variáveis ALTI, ALTF, DIAI, DIAF, TCALT e TCDIA provenientes do plantio de sementes nuas diferiram significativamente dos valores encontrados para o plantio de frutos inteiros (Tabela 4.3.1). A diferenciação significativa para altura e diâmetro deu-se, possivelmente, pela germinação dos frutos inteiros terem sido tardias. A taxa de crescimento provavelmente diferiu pôr as plântulas provenientes dos frutos inteiros estarem em seu período de maior crescimento inicial no tempo em que foi realizada as avaliações.

Tabela 4.3.2 Média por subpopulação, valores mínimos, máximos e coeficientes de variação fenotípica (nível de plantas) de dados de germinação, tempo de emergência e caracteres morfológicos de plântulas de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Subpopulações	PE	TE	ALTI	ALTF	TCALT	DIAI	DIAF	TCDIA	CFOL	LFOL	NFOL	TTFO	NINT
1	78,33	16,40	12,47	13,85	0,820	5,168	5,553	0,388	4,284	2,238	7,866	9,062	3,958
2	95,00	15,59	11,75	13,23	0,866	5,067	5,686	0,517	4,027	2,120	8,100	8,711	4,124
3	90,00	15,50	13,35	15,11	0,926	5,491	5,954	0,449	4,183	2,314	7,878	9,852	4,118
4	88,33	15,75	13,22	14,38	0,632	5,544	6,028	0,420	4,525	2,529	8,056	9,445	3,729
5	93,33	16,06	11,09	12,29	0,729	5,263	5,708	0,520	4,053	2,122	8,379	8,813	3,900
6	95,00	15,75	12,77	14,17	0,866	5,001	5,468	0,431	4,021	2,019	7,510	7,592	4,154
7	93,33	17,18	12,16	13,25	0,585	5,043	5,515	0,488	4,270	2,348	7,919	8,431	3,781
8	100,0	15,54	13,67	15,34	0,968	5,489	6,103	0,680	4,544	2,250	7,819	10,056	4,413
9	83,33	16,12	10,70	11,55	0,564	4,923	5,419	0,473	3,784	2,148	7,327	8,122	3,689
10	98,33	16,73	11,63	13,07	1,001	5,517	5,981	0,546	4,209	2,044	7,117	8,465	4,239
11	98,33	15,03	12,81	14,48	0,920	5,355	5,884	0,613	4,341	2,081	7,932	8,603	3,950
12	90,00	16,06	12,56	13,51	0,571	5,506	5,949	0,443	4,505	2,309	8,081	9,497	3,899
13	98,33	16,25	13,60	14,70	0,734	4,892	5,465	0,496	4,096	2,259	7,274	9,043	3,650
14	86,67	15,63	12,66	13,68	0,712	4,944	5,479	0,543	3,655	1,994	7,441	7,817	3,701
15	95,00	16,59	12,67	13,76	0,677	5,666	5,983	0,455	3,910	2,143	7,578	8,683	3,822
16	95,00	15,93	12,33	13,14	0,516	4,877	5,472	0,499	4,108	2,186	7,638	8,729	3,381
17	98,33	18,39	10,33	11,88	0,856	5,251	5,764	0,473	3,846	2,210	7,297	7,917	3,644
18	98,33	15,64	12,71	14,17	0,794	5,587	6,148	0,577	4,278	2,235	7,892	10,151	4,383
19	100,0	17,05	12,26	13,75	0,812	5,661	6,122	0,442	4,165	2,218	8,518	10,026	3,857
20	96,67	16,21	11,28	12,29	0,596	5,017	5,617	0,539	4,287	2,216	7,619	8,125	3,740
21	95,00	15,71	13,78	14,98	0,736	5,406	5,995	0,573	4,362	2,277	7,663	9,600	4,388
22	91,67	16,20	11,55	12,59	0,713	5,078	5,599	0,554	4,123	2,170	8,418	9,091	4,190
23	93,33	15,80	12,19	13,71	1,219	5,591	5,854	0,478	3,872	2,053	7,546	7,858	3,900
24	93,33	16,34	12,60	14,01	0,968	5,289	5,849	0,589	4,206	2,125	7,834	9,201	4,051
25	100,0	16,31	12,33	13,56	0,778	5,272	5,779	0,518	4,076	2,174	7,726	8,853	3,892
Média	93,80	16,14	12,39	13,67	0,785	5,289	5,789	0,509	4,178	2,196	7,792	8,916	3,957
Mínimo	20,00	12,75	3,950	6,250	-0,344	3,150	3,620	-0,006	1,870	0,740	5,560	3,800	2,000
Máximo	100,0	26,60	18,03	19,20	2,890	6,680	6,878	1,363	6,880	4,800	9,800	16,74	5,800
CV %	13,52	10,18	16,26	14,96	72,38	18,56	12,73	60,78	13,79	17,09	9,88	16,67	16,64

PE: Taxa de emergência; TE: Número de dias para emergência, ALTI: Altura das plântulas inicial (cm); ALTF: Altura das plântulas final (cm); TCALT: Taxa de crescimento da altura em mês (cm); DIAI: Diâmetro do colo inicial (mm), DIAF: Diâmetro do colo final (mm); TCDIA: Taxa de crescimento do diâmetro (mm); CFOL: Comprimento do folíolo (cm); LFOL: Largura do folíolo (cm); NFOL: Número de folíolos por folha; TTFO: Tamanho total da folha (cm) e NINT: Número de internódios.

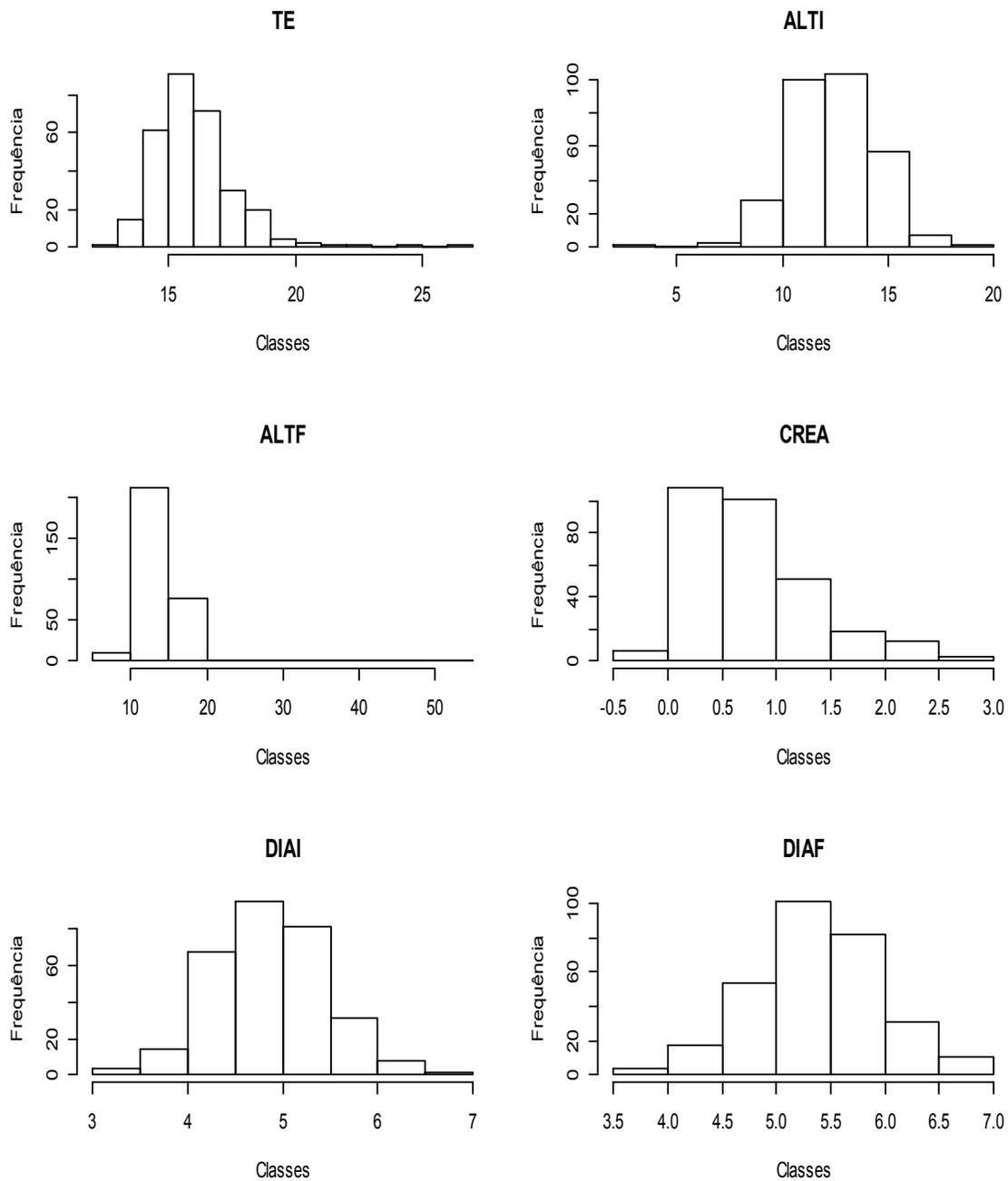


Figura 4.3.1 Distribuição de frequências para os caracteres de emergência e crescimento de mudas de *D. alata*. TE: Número de dias para emergência, ALTI: Altura das plântulas inicial (cm), ALTF: Altura das plântulas final (cm), CREA: Taxa de crescimento da altura em mês (cm), DIAI: Diâmetro do colo inicial (mm), DIAF: Diâmetro do colo final (mm).

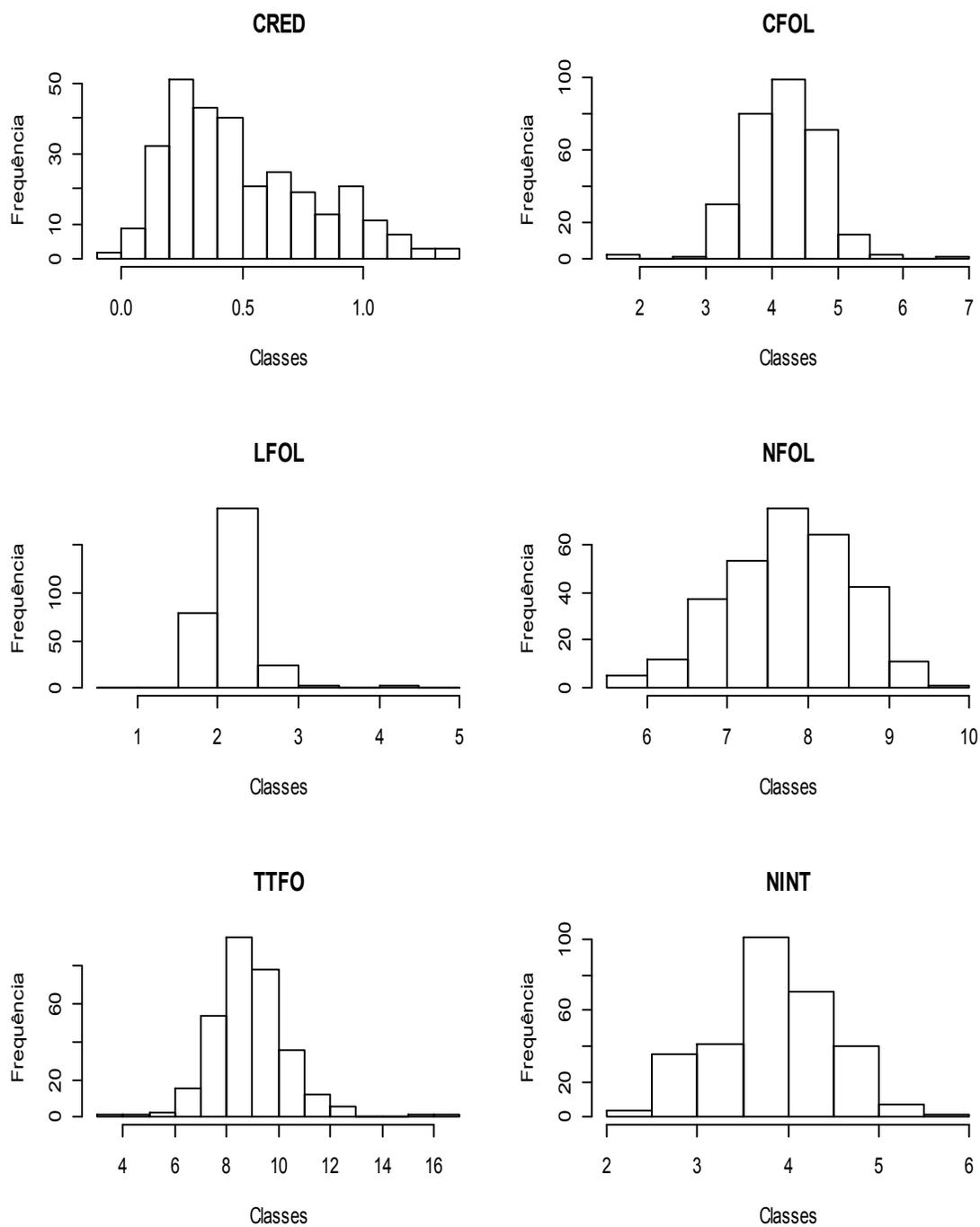


Figura 4.3.2 Distribuição de frequências para os caracteres de crescimento de mudas de *D. alata*. TCALT: Taxa de crescimento do diâmetro em mês (cm), CFOL: Comprimento do folíolo (cm); LFOL: Largura do folíolo (cm); NFOL: Número de folíolos por folha; TTFO: Tamanho total da folha (cm) e NINT: Número de internódios.

As médias iniciais para altura e diâmetro não diferiram muito das médias finais (Tabela 4.3.2 e Figura 4.3.1), com coeficiente de variação para os valores de ALTF e DIAF menores que os valores de CV (%) iniciais. Corrêa et al. (2000) estimaram CV (%) similares para ALTI e DIAI, e também a mesma média para ALTI. As taxas de crescimento calculadas mensalmente para altura e diâmetro apresentaram um alto coeficiente de variação e médias baixas (Tabela 4.3.2). Os resultados indicam um crescimento lento das plantas de barueiro, em viveiro, sendo um comportamento comum para a maioria das espécies nativas do Cerrado. Evidencia-se, ainda, uma diminuição no crescimento nos meses em que as chuvas cessaram com o fenômeno do veranico (fevereiro e março/2012), devido ao possível gasto de reservas nutritivas durante este período e, às vezes, à morte do ramo apical, justificando o crescimento negativo e diminuição na altura e diâmetro para algumas plântulas. A presente discussão é também mencionada em outros trabalhos com o baru (Ferreira et al., 1998) e outras espécies do Cerrado, como a cagaiteira (Trindade, 2001, Souza et al., 2002) e o pequiheiro (Moura, 2011).

As médias da ALTI, ALTF, DIAI e DIAF descritas para as subpopulações foram bastante parecidas, sendo que as subpopulações 8 (Luziânia, GO), 19 (Barra do Garças, MT), 21 (Jandaia, GO) e 18 (Indiara, GO) apresentam as maiores médias para estas variáveis.

O alto CV (%) apresentado para a TCALT e TCDIA é perceptível entre as subpopulações (Tabela 4.3.2 e Figuras 4.3.1 e 4.3.2), com mínimo na TCALT de 0,516 cm apresentado pela subpopulação 16 (Terenos, MS) e máximo pelas subpopulações 3 (Pirenópolis, GO), 8 (Luziânia, GO), 10 (Monte Alegre de Minas, MG), 11 (Estrela do Norte, GO), 23 (Arraias, TO) e 24 (Aquidauana, MS). As maiores TCDIA foram apresentadas pelas subpopulações 8 (Luziânia, GO), 18 (Indiara, GO), 21 (Jandaia, GO) e 24 (Aquidauana, MS). O melhor desempenho para esse grupo de variáveis foi apresentado pelas subpopulações 8 (Luziânia, GO), 11 (Estrela do Norte, GO) e 24 (Aquidauana, MS) (Tabela 4.3.2).

O comprimento e largura do folíolo obtiveram médias, respectivamente, de 4,178 cm e 2,196 cm, apresentando uma significativa variação entre as progênies, fato observado nos CV (%) e amplitudes mínimas e máximas (Tabela 4.3.2 e Figura 4.3.2). A amplitude e média relatada por Ferreira et al. (1998), com estudo de caracterização morfológica de plântulas e mudas de baru, foram parecidas com a do presente trabalho, com uma amplitude de variação um pouco maior para o CFOL. Houve diferença

significativa entre as plantas oriundas de sementes nuas e as provenientes de frutos inteiros (Tabela 4.3.3). A justificativa seria pela maior representação de plântulas provenientes de sementes nuas, já que as folhas utilizadas para realização das medidas de ambas foram as segundas que emergiram, já desenvolvidas.

Tabela 4.3.3 Teste ‘t’ entre as plântulas oriundas de sementes nuas e frutos inteiros para caracteres de desenvolvimento inicial das plântulas de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Valores	CFOL	LFOL	NFOL	TTFO	NINT
Média (Semente Nuas)	4,178	2,196	7,792	8,916	3,957
Média (Fruto Inteiro)	4,546	2,194	7,907	8,966	3,369
<i>p</i> -valor	< 0,0001	0,0438	0,2263	0,2265	< 0,0001

CFOL: Comprimento do folíolo (cm); LFOL: Largura do folíolo (cm); NFOL: Número de folíolos por folha; TTFO: Tamanho total da folha (cm) e NINT: Número de internódios.

O número de folíolos médio variou de 5 a 10 (Tabela 4.3.2), sendo que obtiveram-se plântulas com o número de folíolos variando de 2 a 14. O NFOL médio está de acordo com o encontrado por Ferreira et al. (1998). A média para o tamanho total da folha foi de 8,916 cm, e a amplitude de variação foi parecida com o estudo de Ferreira et al. (1998), apresentando um alto CV (%) entre as progênies (Tabela 4.3.2). Assim como esperado, o NFOL e TTFO oriundos de sementes nuas não diferiram dos provenientes de frutos inteiros, o que se permite constatar uma padronização na variação dos mesmos (Tabela 4.3.3). As subpopulações (Tabela 4.3.2) com valores maiores para NFOL e TTFO foram, respectivamente, as subpopulações 19 (Barra do Garças, MT), 22 (Natividade, TO), 18 (Indiara, GO) e 8 (Luziânia, GO).

O número de internódios de acordo com a médias das matrizes variou de 2 a 6, havendo progênies que apresentaram até 9 internódios (Tabela 4.3.1 e Figura 4.3.2). Houve diferença significativa para esse caracter entre plântulas provenientes de sementes nuas e as oriundas de frutos inteiros (Tabela 4.3.1), provavelmente pela germinação tardia das plantas oriundas de frutos inteiros, apresentando um menor número de internódios.

O coeficiente de variação (CV%) encontrado para os caracteres do sistema radicular e parte aérea das progênies avaliadas oriundas de sementes nuas foi alto, com variação de 24,25% (CPAE) até 45,36% (MSSR) (Tabela 4.3.3).

Tabela 4.3.3 Média, valores mínimos e máximos (médios por planta) e coeficientes de variação fenotípica (CV%) de caracteres avaliados para o sistema radicular e parte aérea das plântulas oriundas de sementes nuas de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Valores	CSRA	MFSR	CPAE	MFPA	MSSR	MSPA
Média	29,47	4,581	13,23	1,834	3,376	1,201
Mínimo	2,500	0,350	1,500	0,390	0,050	0,270
Máximo	81,50	12,44	25,00	8,390	9,210	2,340
CV %	38,32	43,92	24,25	40,43	45,36	33,52

CSRA: Comprimento do sistema radicular (cm); MFSR: Massa fresca do sistema radicular (g); CPAE: Comprimento da parte aérea (cm); MFPA: Massa fresca da parte aérea (g); MSSR: Massa seca do sistema radicular (g) e Massa seca da parte aérea (g).

Houve diferença significativa para o comprimento do sistema radicular (CSRA), a massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa seca da parte aérea (MSPA) a 1% de significância, e o comprimento da parte aérea (CPAE) a 5% de significância, para as plântulas oriundas de sementes nuas e as de frutos inteiros. Não houve diferença significativa entre a massa fresca e seca do sistema radicular (MFSR e MSSR), para as plântulas oriundas de sementes nuas e as de frutos inteiros (Tabela 4.3.4). A diferença no comprimento do sistema radicular, assim como nas massas seca e fresca da parte aérea podem ter relação com a capacidade de crescimento e desenvolvimento das progênes dessa espécie (Oliveira et al., 2006), justificativa reforçado pelo alto valor encontrado para o CV% e amplitudes de variação desses caracteres (Tabela 4.3.3).

Comparando as variáveis, CSRA com CPAE, MFSR com MFPA e MSSR com MSPA, obteve-se diferença significativa (Tabela 4.3.4), demonstrando que o crescimento do sistema radicular para *D. alata* é maior que o da parte aérea, pois, como afirmam Oliveira et al. (2006), um sistema radicular mais desenvolvido, com maiores quantidades, principalmente de raízes finas, pode resultar em uma muda mais vigorosa e com mais chances de sobrevivência em ambientes com escassez de nutrientes e água. Oliveira et al. (1998) também observaram nesta fase um maior desenvolvimento da raiz primária, constituindo-se uma provável estratégia de estabelecimento da espécie em condições naturais, o uma estratégia da maioria das espécies do Cerrado, a fixação rápida de suas raízes no solo para atingirem as camadas mais úmidas

Tabela 4.3.4 Médias de plântulas oriundas de sementes nuas (Média S.N.), médias de plântulas oriundas de frutos inteiros (Média F.I.) e teste ‘t’ entre as plântulas oriundas de sementes nuas e frutos inteiros dos caracteres avaliados para o sistema radicular e parte aérea das plântulas de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Valores	CSRA	MFSR	CPAE	MFPA	MSSR	MSPA
Média S.N.	29,47	4,581	13,23	1,834	3,376	1,201
Média F.I.	26,35	4,810	13,05	2,170	3,480	1,460
<i>p</i> -valor	0,0032	0,2819	0,4431	0,0009	0,1273	< 0,0001

CSRA: Comprimento do sistema radicular (cm); MFSR: Massa fresca do sistema radicular (g); CPAE: Comprimento da parte aérea (cm); MFPA: Massa fresca da parte aérea (g); MSSR: Massa seca do sistema radicular (g) e MSPA: Massa seca da parte aérea (g). Teste ‘t’ realizado entre as plântulas oriundas de sementes nuas.

4.3.2. Análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos

A análise de variância dos caracteres ALTI, ALTF, DIAI, DIAF, NFOL, TTFL, NINT e CPAE revelou variação altamente significativa entre subpopulações e progênies dentro de subpopulações. Houve variação altamente significativa também entre subpopulações para o caracter TE e entre progênies dentro de subpopulações para o CFOL. Encontrou-se variação significativa a 5% de probabilidade entre subpopulações para os caracteres: TCALT, CFOL e CSRA; e entre progênies dentro de subpopulações para as variáveis: TE e CSRA. O resultado da análise de variância indicou não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre subpopulações para as variáveis: TCDIA, LFOL, MFSR, MFPA, MSSR e MSPA; e entre progênies dentro de subpopulações para os caracteres: TCALT, TCDIA, LFOL, MFSR, MFPA, MSSR e MSPA (Tabela 4.3.5 e Tabela 4.3.6).

Este resultado que demonstra a existência significativa de variabilidade genética tanto entre quanto dentro de subpopulações para alguns caracteres na espécie *D. alata* (Tabela 4.3.5) é indicativo da possibilidade de uso desses caracteres, se agronomicamente importantes, em trabalhos de seleção.

Corrêa et al. (2000) não encontraram variação significativa entre progênies, para TE tanto entre quanto dentro de regiões (subpopulações). No entanto, os mesmos autores constataram variação tanto entre quanto dentro de regiões (subpopulações) para as variáveis de altura e diâmetro. Siqueira et al. (1993) e Oliveira (1998) relatam que a variação entre progênies de baru reduz-se à medida que estas avançam em idade, comportamento válido tanto para altura como para diâmetro das plantas. Oliveira et al. (2006) também encontraram variações significativas entre as progênies quanto ao

Tabela 4.3.5 Análise de variância de 12 caracteres avaliados de plântulas de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Fontes de Variação	GL	TE	ALTI	ALTF	TCALT	DIAI	DIAF	TCDIA	CFOL	LFOL	NFOL	TTFO	NINT
Blocos	1	9,5123	8,1906	10,913	30,948	5,4918	1,2109	15,189	0,2017	0,0002	35,859	5,2536	3,9147
Subpopulações	24	5,5751**	10,192**	12,154**	0,3286*	0,7615**	1,1327**	0,0549	0,7985*	0,1673	1,6173**	7,1712**	0,8618**
Progênes (Subpopulações)	125	2,8071*	4,5110**	5,0042**	0,2283	0,4086**	0,4334**	0,0456	0,3427**	0,1458	0,5143**	2,1648**	0,4898**
Resíduo	149	2,1039	2,6570	2,1734	0,1978	0,1900	0,1605	0,0429	0,2485	0,1333	0,2572	1,4262	0,2941
1		3,4973	5,6923	6,8091*	0,5233*	0,3353	0,2444	0,0589	0,2152	0,0881	0,1513	1,4993	0,7013
2		1,5328	4,3334	9,7222**	0,5012*	0,5138*	0,7029**	0,0538	0,1185	0,0574	0,2235	0,8014	0,8507
3		2,6491	6,7586*	9,8893**	0,1366	0,1828	0,1960	0,0883	0,6945*	0,2670	0,9980**	3,5449*	0,6743*
4		2,6380	4,9702	7,4325**	0,1902	0,4127	0,4115*	0,0567	0,1486	0,2459	0,3457	0,7585	0,7613
5		0,5958	6,2474*	6,7162*	0,3395	1,1997*	1,1055**	0,0379	0,3221	0,0591	0,3807	3,0602	0,5659*
6		0,9492	14,225	9,2916**	0,3194	0,2931	0,3757*	0,0155	0,8020**	0,1518	0,6670*	2,2332	0,4948**
7		3,6282	2,2542	3,2490	0,0327	0,3984	0,5485**	0,0374	0,1890	0,4763**	0,3422	0,5975	0,3312
8		0,5928	0,9389	1,2633	0,1338	0,1856	0,1419	0,0340	0,0891	0,0351	0,9061**	1,7375	0,1173
9		7,2907**	4,9987	3,8581	0,1010	0,6957**	0,5137**	0,0387	0,8439	0,9996**	0,5532	3,1138	0,3776
10		1,2395	4,6839	5,5009*	0,3918	0,4633*	0,1863	0,0837	0,0599	0,0354	0,2894	0,0994	0,2908
11		1,1595	6,8418*	4,8384	0,8685**	0,0938	0,1846	0,0205	1,0919**	0,0653	0,2849	1,5167	0,9793*
12		2,8180	4,1798	7,4574**	0,0971	0,5398*	0,9162**	0,0882	0,1280	0,0323	0,4841	0,8874	0,3528
13		1,2372	4,4284	3,6834	0,0835	0,4684*	0,6488**	0,0421	0,2734	0,0449	0,0649	0,9458	0,4084
14		7,7179**	1,0799	1,9221	0,2168	0,5734*	1,2224**	0,0303	0,1933	0,0110	1,5134**	2,5772	0,2862
15		2,1723	7,9753*	8,8873**	0,0705	0,9784**	0,6973**	0,0412	0,3780	0,0684	0,3144	2,8250	0,6500*
16		0,5230	4,5310	4,6185	0,0248	0,3395	0,2479	0,0556	0,4658	0,2822	0,5934*	4,8810**	0,1310
17		9,9368**	1,1812	1,7464	0,0639	0,4675*	0,2218	0,099*	0,1290	0,0645	1,1961**	1,8423	2,0615
18		1,8868	0,9324	3,1643	0,2413	0,2240	0,2120	0,0033	0,4133	0,0813	0,2155	7,7944**	0,1274
19		3,4252	5,6640	3,5998	0,2704	0,2969	0,5258**	0,0111	0,2807	0,0467	0,6575*	4,237	0,2104
20		3,0168	5,0617	4,2775	0,0874	0,1873	0,2935	0,0452	0,6855*	0,2076	0,4384	2,8438	0,3829
21		0,4123	6,6881*	7,8759**	0,2597	0,2634	0,3136	0,0359	0,3441	0,1432	0,4292	0,5109	0,2587*
22		2,3219	3,4197	3,0531	0,1075	0,1710	0,1789	0,0205	0,1029	0,0202	0,3512	0,9024	0,7222
23		1,1832	1,5128	3,0346	0,3405	0,2822	0,1324	0,0490	0,1802	0,0836	0,6750*	2,2032	0,2605
24		3,7856	4,0233	2,6880	0,0925	0,4601*	0,4511*	0,0301	0,1747	0,0399	0,1470	1,1132	0,0556
25		3,9668	0,1520	0,5353	0,2129	0,1878	0,1631	0,0635	0,2440	0,0381	0,6344*	1,5935	0,1928
Média Geral		16,139	12,385	13,666	0,7825	4,8673	5,3936	0,5089	4,1778	2,1959	7,7918	8,9159	12,385
Cve%		8,9873	13,161	10,809	56,841	14,886	7,4295	40,701	11,933	16,627	6,5088	13,395	13,161
P%		39,633	33,808	29,935	35,405	22,223	30,212	36,470	44,640	22,280	41,6920	53,045	24,058
$P_{Pro(Sub)}$ %		60,367	66,192	70,065	64,595	77,777	69,788	63,530	55,360	77,720	58,308	46,955	75,942
Q_{ST}		0,0758	0,0600	0,0506	0,0641	0,0344	0,0513	0,0669	0,0915	0,0345	0,082	0,1237	0,0380
σ^2_A		1,4064	3,7080	5,6018	0,0610	0,4200	0,5390	0,0054	0,1884	0,0250	0,5142	1,4772	0,3914
h^2_m		0,2505	0,4109	0,5621	0,1335	0,5250	0,6267	0,0592	0,2748	0,0857	0,4999	0,3411	0,3995
CVg (%)		3,6740	7,7739	8,6593	15,7815	6,6574	6,8059	7,2199	5,1947	3,6002	4,6014	6,8159	2,5256

TE: Número de dias para emergência; ALTI: Altura das plântulas inicial (cm); ALTF: Altura das plântulas final (cm); TCALT: Taxa de crescimento da altura em mês (cm); DIAI: Diâmetro do colo inicial (mm); DIAF: Diâmetro do colo final (mm); TCDIA: Taxa de crescimento do diâmetro (mm); CFOL: Comprimento do folíolo (cm), LFOL: Largura do folíolo (cm); NFOL: número de folíolos por folha; TTFO: Tamanho total da folha (cm) e NINT: número de internódios. NS: não significativo; * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. P: Proporção da variância total que se deve à diferença entre subpopulações; $P_{Pro(Sub)}$: Proporção da variância total que se deve à diferença entre progênes dentro de uma mesma subpopulação; Q_{ST} : Diferenciação genética quantitativa entre subpopulações. σ^2_A : Variância aditiva dentro de subpopulações; h^2_m : Herdabilidade entre médias de progênes dentro de subpopulações e CVg: Coeficiente de variação genética entre progênes dentro de subpopulações.

comprimento total de raízes. Estes autores ainda ressaltam que essa variação do sistema radicular pode ter relação com a capacidade de crescimento e desenvolvimento das progênies dessa espécie.

O baru apresenta naturalmente uma tendência de estruturação espacial em subpopulações, em razão, principalmente, dos tipos de dispersão de semente predominantes na espécie, barocórica e zoocórica (Sano et al., 2004). O tipo de dispersão associado à ação antrópica de redução do número de indivíduos não aparentados na população e o vetor responsável pelo fluxo de pólen entre plantas ser basicamente constituído por abelha, permite supor que estes fatores podem estar atuando na formação de grupos distintos dessa espécie arbórea e ter contribuído para a ocorrência das diferenças não significativas entre as progênies dentro de subpopulações (Oliveira & Sigrist, 2008; Soares et al. 2008). Ainda, segundo Gomes (2011), por possuir origens com ampla distribuição geográfica no Brasil, é esperado que em *D. alata* ocorram diferenças genéticas significativas entre subpopulações, uma vez que nestas áreas há a possibilidade de existência de variações clinais ou ecotípicas, tendo assim grande importância em projetos de conservação genética.

Tabela 4.3.6. Análise de variância de 3 caracteres do sistema radicular e 3 variáveis da parte aérea, de plântulas de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de 25 subpopulações do Cerrado.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
		CSRA	MFSR	CPAE	MFPA	MSSR	MSPA
Subpopulações	24	178,4*	3,919 ^{NS}	21,61**	0,515 ^{NS}	2,256 ^{NS}	0,172 ^{NS}
Progenie (Subpopulações)	101	161,8*	5,279 ^{NS}	12,34**	1,338 ^{NS}	3,221 ^{NS}	0,248 ^{NS}
Resíduo	187	102,5	3,399	7,719	0,657	1,882	0,114
P_{Sub} %		5,150	12,34	28,04	19,05	12,30	9,880
$P_{Pro(Sub)}$ %		94,85	87,66	71,96	80,95	87,70	90,12
Q_{ST}		0,005	-0,015	0,04	-0,025	-0,015	-0,011
s^2_A		118,6	3,76	9,242	1,362	2,678	0,268
h^2_m		0,366	0,356	0,374	0,508	0,415	0,54
CVg (%)		43,96	7,828	12,272	4,711	6,606	2,089

CSRA: Comprimento do sistema radicular (cm); MFSR: Massa fresca do sistema radicular (g); CPAE: Comprimento da parte aérea (cm); MFPA: Massa fresca da parte aérea (g); MSSR: Massa seca do sistema radicular (g) e MSPA: Massa seca da parte aérea (g). NS: não significativo; * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. P : Proporção da variância total que se deve à diferença entre subpopulações; $P_{Pro(sub)}$: Proporção da variância total que se deve à diferença entre progênies dentro de uma mesma subpopulação; Q_{ST} : diferenciação genética quantitativa entre subpopulações. s^2_A : Variância aditiva dentro de subpopulações; h^2_m : Herdabilidade entre médias de progênies dentro de subpopulações e CVg: Coeficiente de variação genética entre progênies dentro de subpopulações.

De toda a variação observada, a maior parte deve-se à própria variação fenotípica existente entre as progênies dentro de subpopulações, conforme se pode notar nos valores estimados nas proporções de variação para cada caráter, respondendo desde 51,13% do DIAI até 78,00% na variância da LFOL. O restante corresponde à variância entre subpopulações (Tabelas 4.3.5 e 4.3.6). Corrêa et al. (2000) também encontraram a mesma estruturação da variabilidade genética em barueiro, assim como outros autores que trabalharam com arbóreas do Cerrado: Aguiar (2004), Fernandes (2008), Ganga et al. (2009). Corrêa et al. (2000) relatam ainda que essa maior variabilidade entre progênies dentro de subpopulações é indicativo que as plantas do barueiro apresentem-se de forma mais ou menos contínua, cujas distâncias geográficas não foram acentuadas por extensos desmatamentos, tendo-se em vista a convivência, de certo modo pacífica, do baru com o modelo de exploração econômica praticado nas regiões amostradas.

Os valores de Q_{ST} (diferença genética quantitativa entre regiões) encontrados para as variáveis em estudo foram relativamente baixos (Tabela 4.3.5 e Tabela 4.3.6), demonstrando que o grau de diferenciação fenotípica entre as subpopulações é pequeno, corroborando com a baixa variabilidade detectada entre as subpopulações. Moura (2011) encontrou valores de Q_{ST} altos para TE e DIAF, mas a maior proporção da variabilidade relatada pela autora foi entre regiões (subpopulações).

Foi observado um alto coeficiente de variação experimental para as variáveis TCALT e TCDIA quando comparadas aos outros caracteres (Tabela 4.3.5). Essa alta heterogeneidade no crescimento provavelmente é devido à baixa média destes caracteres. Porém, uma maior regularidade dos CVE% foi observada para os outros caracteres, o que pode ser atribuído à facilidade de obtenção das medidas quantitativas destes caracteres, já que podem ser obtidos diretamente sobre os indivíduos avaliados, aumentando a precisão e exatidão dos dados coletados (Gomes, 2011).

Os valores observados para as estimativas de herdabilidade em nível de médias de matrizes dentro de subpopulações variaram de 0,05 (DIAI) a 0,56 (ALTF). A herdabilidade é uma propriedade que depende de cada caráter, da população e das circunstâncias de ambiente às quais as progênies estão sujeitas (Falconer, 1987). Valores baixos de herdabilidade indicam a necessidade de emprego de métodos de seleção com maior controle ambiental, por exemplo, aumentando o número de repetições. Ressalta-se que as estimativas obtidas provêm de apenas duas repetições, correspondentes aos blocos semeados com sementes nuas. A herdabilidade encontrada

para os caracteres ALTF, MFPA e MSPA (Tabela 4.3.5) indica uma maior possibilidade de seleção para estas variáveis.

A presença de variabilidade genética pode ser confirmada e quantificada pelo coeficiente de variação genética, que expressa a magnitude da variação genética em relação à média do caráter (Resende et al., 1991). Os maiores valores de coeficiente de variação genética em nível de progênies dentro de subpopulações foram observados para a TCALT, CSRA e CPAE (Tabela 4.3.5), o que indica que essas variáveis apresentam um maior potencial para ganhos genéticos por seleção.

4.4 CONCLUSÕES

- A germinação é alta, e o tempo para emergência é menor para sementes nuas do que frutos intactos de baru.
- O tempo de emergência, altura, número de folíolos, tamanho da folha e número de internódios variam entre subpopulações e progênies de baru, indicando possibilidade de uso destes caracteres para seleção de material superior.
- A maior variabilidade genética encontra-se entre progênies dentro de subpopulações para todos os caracteres de desenvolvimento inicial.
- Caracteres relacionados ao desenvolvimento inicial em altura possuem bom potencial para seleção entre progênies.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C. e MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 9-15, 2006.

CHAVES, L. J. Melhoramento e conservação de espécies frutíferas do cerrado. CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2001. 7p. 1 CD-ROOM.

CORRÊA, G. C.; ROCHA, M. R.; NAVES, R. V. Germinação de sementes e emergência de plântulas de Baru (*Dipteryx alata* Vog.) nos Cerrados do Estado de

Goiás. **Pesquisa Agropecuária de tropical**, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 17-23, jul./dez. 2000.

CRUZ, C. D. **Programa GENES – Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 442p.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2011, 620p.

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

FERNANDES, R. C. **Diversidade e estrutura genética em populações naturais de pequiueiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no norte de Minas Gerais**. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)–Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2008.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVID A. C.; MALAVASI, M. M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel - baru (leguminosa e papilionoideae). **CERNE**, Uberlândia, v. 4, n. 1, p. 73-87, 1998.

GANGA, R. M. D; CHAVES, L. C.; NAVES, R. V. Parâmetros genéticos em progênies de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 395-404, 2009.

GOMES, J. E. **Variabilidade genética e correlações juvenil - adulto de baru (*Dipteryx alata* Vog.) no município de Brasilândia – MG**. 2001.101 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Agrônômica, Botucatu, 2011.

JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; BRAGA, M. F; PEIXOTO, J. R.. Domesticação de espécies da flora nativa do Cerrado. In: Lucília Maria Parron et al. (Org.). **Cerrado: Desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. 1ª ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008, v. 1, p. 125-163.

MELHEM, T. S. **Fisiologia do desenvolvimento de *Dipteryx alata* Vog.: contribuição ao seu estudo**. 1972. 215 f. Dissertação (Tese de Doutorado)-Instituto de Biociências/USP, São Paulo, 1972.

MOURA, N. F. **Caracterização de frutos e progênies de pequiueiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) do cerrado**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia)–Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

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

OLIVEIRA, A.N.; SILVA, A.C. da.; ROSADO, S.C. da. S.; RODRIGUES, E.A.C. Variações genéticas para características do sistema radicular de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 905-909, 2006.

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

PAIVA, J. R.; VALOIS, A. C. C. Conservação in situ de espécies arbóreas. In.: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADRES-INGLIS, M. C. (Eds.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação-MT, 2001, p.79-99.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética Quantitativa em plantas autógamas - Aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993.

RESENDE, M. D. V.; SOUZA, S. M.; HIGA, A. R.; STEIN, P. P. Estudo da variação genética e métodos de seleção em teste de progênies de *Acácia mearnsii* no Rio Grande do Sul. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 22/23, p. 45-59, 1991.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de. **Baru: biologia e uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 52 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 116).

SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Conservação dos recursos genéticos ex situ do curmbaru (*Dipteryx alata* Vog. - Leguminosae). **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, 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. (2008) Landscape conservation genetics of *Dipteryx alata* ("Baru" tree: Fabaceae) From Cerrado region of central Brazil. **Genetica**, The Netherlands, v. 132, p. 9-19.

SOUZA, E. R. B.; NAVES, R. V.; CARNEIRO, I. F. LEANDRO, W. M.; BORGES, J. D. Crescimento e sobrevivência de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* dc) nas condições do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 491-495, agosto 2002.

TRINDADE, M. da G. **Estrutura Genética de Populações Naturais de Cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC) do Nordeste de Goiás, Brasil**. 2001. 99 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

5 CONCLUSÕES GERAIS

- Há elevada variabilidade fenotípica para a maioria dos caracteres relacionados ao fruto e desenvolvimento inicial de barueiro, para todos os níveis hierárquicos testados e para todas as variáveis físicas avaliadas.
- A maior parte da variabilidade situa-se entre matrizes dentro de subpopulações, e sequencialmente, entre subpopulações.
- Frutos e sementes formam grupos morfológicos distintos, permitindo ressaltar algumas subpopulações com desempenho médio superior.
- Sementes de baru com massas menores obtiveram um rendimento mais alto.
- A germinação é alta, e o tempo para emergência é menor para sementes nuas do que frutos intactos de baru.
- As variáveis massa do fruto e massa da semente apresentam uma maior variação fenotípica entre os caracteres estudados para o mesmo, sendo altamente correlacionadas com as demais variáveis oriundas do fruto.
- Caracteres relacionados ao desenvolvimento inicial em altura possuem bom potencial para seleção entre progênies.