



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO*
SENSU EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E
AMBIENTAIS - PPGCIFA**



**Estimativa de parâmetros genéticos em sementes de
Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don.**

LUÍS GONZAGA LOPES DO NASCIMENTO JÚNIOR

Manaus
2015

LUÍS GONZAGA LOPES DO NASCIMENTO JÚNIOR

**Estimativa de parâmetros genéticos em sementes de
Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPG-CIFA), da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas para a obtenção do Título de Mestre. Área de concentração: Ciências Florestais e Ambientais (CIFA).

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Teresa Gomes Lopes

Co-orientador: Prof. Dr. Mágnio Sávio Ferreira Valente

Manaus
2015

Ficha Catalográfica

(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

N244e Nascimento Junior, Luís Gonzaga Lopes do
Estimativas de parâmetros genéticos em sementes de Jacaranda
copaia (Aubl.) D. Don / Luís Gonzaga Lopes do Nascimento Junior.
2015
58 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Maria Teresa Gomes Lopes
Coorientador: Magno Sávio Ferreira Valente
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Germinação. 2. Caracteres. 3. Progenie. 4. Jacaranda copaia.
5. Ganho. I. Lopes, Maria Teresa Gomes II. Universidade Federal
do Amazonas III. Título



Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais e Ambientais - PPGCIFA



PARECER

Defesa nº 167

A banca examinadora, instituído pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, após arguir do mestrando **LUÍS GONZAGA LOPES DO NASCIMENTO JÚNIOR** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado **"ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GÊNETICOS EM SEMENTES DE *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don."** é de parecer favorável à APROVAÇÃO do mestrando habilitando-o ao título de Mestre "*Magister Scientiae*" em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em **CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS (CIFA)**.

Professor Doutor Magno Sávio Ferreira Valente
Professor da Faculdade de Ciências Agrária da Universidade Federal do Amazonas.
Presidente da banca examinadora

Professor Doutor Ernesto Oliveira Serra Pinto
Professor da Faculdade de Ciências Agrária da Universidade Federal do Amazonas.
Primeiro examinador

Professor Doutor Pedro Queiroz Costa Neto
Professor da Faculdade de Ciências Agrária da Universidade Federal do Amazonas.
Segundo examinador

Manaus, 27 de fevereiro de 2015.

Prof. Dr. Marciel José Ferreira
Coordenador do Programa de Pós Graduação em
Ciências Florestais e Ambientais – PPG-CIFA



Agradecimentos

Primeiramente a Deus;

Aos meus pais, Luís Gonzaga Lopes do Nascimento e Maria José Guimarães do Nascimento, pelo incentivo de todas as formas em minhas formações acadêmicas;

Aos Meus irmãos por todo carinho e atenção transmitidos;

A Universidade Federal do Amazonas destacando o Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais / PPG-CIFA;

À CAPES por ter me concedido bolsa de estudo para realização desta pesquisa;

A professora Dr^a. Maria Teresa Gomes Lopes, pelos conhecimentos transmitidos e pelas contribuições em minha profissão;

Ao professor Dr. Magno Sávio Ferreira Valente, pelas contribuições e pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais / PPG-CIFA;

Ao Centro de Sementes Nativas do Amazonas - CSNAM

À equipe de coleta de sementes do Centro de Sementes Nativas do Amazonas;

À todos amigos pelos conselhos e contribuições.

RESUMO

Espécies florestais amazônicas carecem de estudos sobre estimativas de parâmetros genéticos e predição de ganhos genéticos. *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. é pertencente à família Bignoniaceae e a obtenção de populações com germinação rápida e uniforme das sementes são características altamente desejáveis e iriam contribuir para o sistema de produção de mudas da espécie. O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de germinação de sementes em *J. copaia*. A coleta foi realizada no Campus da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM e o experimento foi conduzido no laboratório do Centro de Sementes Nativas do Amazonas/UFAM. O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, constituído por 24 progênies, em cinco repetições de 20 sementes por parcela, totalizando 100 sementes. Foi conduzido em ambientes com temperaturas de 25°C e 28°C. Foi realizada a análise de variância individual e conjunta para os caracteres: Teste de Germinação (TG), Primeira Contagem de Germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e o tempo médio de germinação (TMG). Para todos os caracteres e ambientes considerados, foram estimadas as variâncias e correlações genéticas e fenotípicas, o coeficiente de variação genético, a herdabilidade no sentido amplo, o ganho por seleção direta e o ganho com base em diferentes índices de seleção. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Programa Genes - UFV. Nas análises de variância individual e conjunta, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos genótipos, indicando a possibilidade de seleção de plantas superiores para o sistema de produção de mudas da espécie. As progênies 4, 6, 7 e 21 apresentaram as maiores médias na maioria dos caracteres em estudo, sendo indicadas para o fornecimento de sementes para programas de conservação e produção de mudas. Seleção direta em qualquer dos caracteres avaliados permitiu a obtenção de ganhos indiretos satisfatórios em todos os demais caracteres, assim como, o uso de índices de seleção pode ser uma estratégia eficiente no melhoramento da espécie.

Palavras – chave: germinação; caracteres; progênie; *Jacaranda copaia*

ABSTRACT

Amazonian forest species lack of studies on estimates of genetic parameters and prediction of genetic gains. *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. Is belonging to the Bignoniaceae family and obtain populations with fast and uniform germination are highly desirable features and would contribute to the kind of seedling production system. The objective of this study was to estimate genetic parameters for seed germination characters in *J. copaia*. Data collection was conducted in the campus of the Federal University of Amazonas, Manaus-AM and the experiment was conducted in the laboratory of Native Seed Centre of the Amazon / UFAM. The experiment was conducted in a completely randomized design, consisting of 24 progenies in five replicates of 20 seeds per share, totaling 100 seeds. Was conducted in environments with temperatures of 25 ° C and 28°C. Was performed the analysis of individual and combined variance for the characters: Germination test (TG), First Count of germination (PCG), germination speed index (GSI), coefficient of germination rate (CVG) and the mean germination time (GMT). For all characters and environments considered, the variances and genetic and phenotypic correlations were estimated, the genetic variation coefficient, the heritability in the broad sense, the gain by direct selection and the gain based on different levels of selection. All statistical analyzes were performed using the program Genes - UFV. At the analysis of individual and combined variance, there was a significant effect ($P < 0.05$) genotype, indicating the possibility of selection of superior plants for the production system species of plants. The progenies 4, 6, 7 and 21 showed the highest averages for most traits under study, being recommended for the supply of seed for conservation and seedling production programs. Direct selection in any of the characters allowed to obtain satisfactory indirect gains in all other characters as well as the use of selection indexes can be an effective strategy in the improvement of the species.

Key - words: germination; characters; progeny; *Jacaranda copaia*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ramos de <i>Jacaranda copaia</i> , inflorescência.....	16
Figura 2 - Arvore matriz com frutos.....	17
Figura 3: A - Folhas bipinadas e B –Inflorescência em panícula de <i>J. copaia</i>	17
Figura 4: Frutos de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.....	18
Figura 5: Semente de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.....	18
Figura 6: Distribuição de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.....	20
Figura 7: Coleta de material vegetal UFAM.....	20
Figura 8. Área do Campus demarcada.....	25
Figura 9 - Mapa de localização das progênies no Campus Universitário da UFAM.....	26
Figura 10 - Coletor do Centro de Sementes Nativas do Amazonas.....	27
Figura 11 - Laboratório de Sementes/Centro de Sementes Nativas.....	27
Figura 12 - Distribuição das sementes por repetição.....	28
Figura 13 - Emissão de radícula em semente de <i>Jacaranda copaia</i>	37
Figura 14 - Teste de germinação em <i>Jacaranda copaia</i>	38
Figura 15 - Plântulas de <i>Jacaranda copaia</i>	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) das progênies em estudo.....	26
Tabela 2. Esquema resumido da análise de variância individual dos dados de germinação de sementes de <i>Jacaranda copaia</i>	31
Tabela 3. Esquema resumido da análise de variância conjunta dos dados de germinação de sementes de <i>Jacaranda copaia</i>	32
Tabela 4. Resumo da análise de variância conjunta para teste de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de <i>Jacaranda copaia</i> para ambientes com temperaturas de 25 e 28 °C.....	39
Tabela 5. Resumo da análise de variância para teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de <i>Jacaranda copaia</i> para ambiente com 25 °C.....	40
Tabela 6. Resumo da análise de variância para teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de <i>Jacaranda copaia</i> para ambiente com 28 °C.....	41
Tabela 7. Parâmetros genéticos estimados a partir da análise conjunta dos ambientes, das variáveis teste de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de <i>Jacaranda copaia</i>	41
Tabela 8. Parâmetros genéticos estimados nas variáveis teste de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de <i>Jacaranda copaia</i> para ambiente com 25°C.....	42
Tabela 9. Parâmetros genéticos estimados nas variáveis teste de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de <i>Jacaranda copaia</i> para ambiente com 28°C.....	43
Tabela 10. Matriz de correlações fenotípicas (r_F), genotípicas (r_G) e ambientais (r_A) entre caracteres de germinação em 24 progênies de <i>Jacaranda copaia</i> provenientes de testes com temperatura de 25 °C.....	44

Tabela 11. Matriz de correlações fenotípicas (r_F), genotípicas (r_G) e ambientais (r_A) entre caracteres de germinação em 24 progênies de *Jacaranda copaia* provenientes de testes com temperatura de 28 °C..... 44

Tabela 12. Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de *Jacaranda copaia* provenientes de dez progênies obtidas pelos testes de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em ambientes com 25 °C..... 46

Tabela 13. Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de *Jacaranda copaia* provenientes de dez progênies obtidas pelos testes de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em ambiente com 28 °C..... 47

Tabela 14. Estimativas de ganho genético e identificação das famílias selecionadas por seleção direta e indireta, para caracteres de germinação de sementes de *Jacaranda copaia* avaliados em condições de laboratório a 25 °C..... 48

Tabela 15. Estimativas de ganho genético e identificação das famílias selecionadas por seleção direta e indireta, para caracteres de germinação de sementes de *Jacaranda copaia* avaliados em condições de laboratório a 28 °C..... 48

Tabela 16. Estimativas de ganho genético e identificação das famílias selecionadas por método de seleção empregado (melhores famílias em ordem decrescente), de acordo com seleção direta e baseado em índices de seleção, e percentual de coincidência de famílias selecionadas pelos diferentes índices, para caracteres de germinação de sementes de *Jacaranda copaia* avaliados em condições de laboratório a 25 °C..... 53

Tabela 17. Estimativas de ganho genético e identificação das famílias selecionadas por método de seleção empregado (melhores famílias em ordem decrescente), de acordo com seleção direta e baseado em índices de seleção, e percentual de coincidência de famílias selecionadas pelos diferentes índices, para caracteres de germinação de sementes de *Jacaranda copaia* avaliados em condições de laboratório a 28°C..... 54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CVg- Coeficiente variação genética

CVg / CVe- Relação coeficiente de variação genética/ coeficiente de variação ambiental

CVg / CVe- índice “b”

DIC - Delineamento inteiramente casualizado

E(QM) – Esperança de quadrado médio

FV – Fonte de variação

g- Número de progênes

GL – Grau de liberdade

h^2 - Coeficiente de herdabilidade

IVE - Índice de velocidade de emergência

°C- Unidade de medida de temperatura (Graus Celcius)

QM – Quadrado médio

QMP – Quadrado médio da progênie

QMR – Quadrado médio do resíduo

r- Número de repetições;

G x A – Interação genótipo ambiente

VA – Variância ambiental

VF – Variância fenotípica

VG – Variância genética

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	11
1.INTRODUÇÃO	13
2.OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Classificação botânica e características da espécie	16
3.2 Importância econômica	19
3.3 Distribuição da espécie	19
3.4 Colheita e beneficiamento	20
3.5 Germinação.....	21
3.6 Testes de progênie.....	22
3.7 Parâmetros genéticos	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Área de coleta de sementes.....	25
4.2 Material vegetal	25
4.3 Instalação e condução do experimento	27
4.4 Análise estatística	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1 Germinação e desenvolvimento de plântulas.....	37
5.2 Análises estatísticas e genéticas.....	39
5.3 Parâmetros genéticos.....	43
6. CONCLUSÕES	55

1. INTRODUÇÃO

Estudos com espécies amazônicas ainda possuem poucas pesquisas realizadas sobre estimativa de parâmetros genéticos. *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. pertence à família Bignoniaceae e apresenta ocorrência na Floresta Amazônica em terra firme nos Estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Tocantins, Roraima e em parte dos Estados do Sul e do Sudeste brasileiro. A sua madeira é usada na construção civil (RIBEIRO et al., 1999) e a espécie também é usada como ornamental na arborização urbana e rural (LORENZI, 2002).

Jacaranda copaia pode ser encontrada em abundância no interior da floresta densa, entretanto devido à sua exigência de luz, cresce de maneira esguia acima do dossel. Essa espécie merece atenção por ser de rápido crescimento e indicada para compor plantios destinados à regeneração de matas e capoeiras (RIBEIRO et al., 1999).

A espécie é hermafrodita, alógama, possui dispersão anemófila, floração entre agosto e novembro e frutificação entre os meses de março e abril (MAUÉS et al., 2008). O fruto de *J. copaia* é capsulado com duas aberturas, apresentando uma forma elíptica oblonga e comprimido em direção perpendicular ao eixo. Possui base e ápice arredondado e levemente obtuso (CORRÊA, 1984). As sementes são leves e aladas, escapam da cápsula e são dispersas pelo vento (MAUÉS et al., 2008).

A ação fisiológica e a qualidade das sementes estão diretamente relacionadas ao seu genótipo, sendo máxima em sua maturidade. A germinação e o vigor das plântulas possuem influência genética e podem ser manipuladas pela seleção (OLIVEIRA et al., 2013).

A estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos, como herdabilidade, correlação genética e fenotípica e ganhos com a seleção, é importante em programas de melhoramento genético, possibilitando a escolha de métodos e caracteres utilizados nas etapas iniciais e avançadas de programas de melhoramento, permitindo ainda, estudar mecanismos, valores genéticos e variabilidade para um caráter (CILAS et al., 1998; BONATO; VELLO, 1999; COIMBRA; GUIDOLIN; CARVALHO, 1999; GRAVINA et al., 2004).

A germinação rápida e uniforme das sementes é uma característica desejável na formação de mudas para o estabelecimento de plantios (RAMOS et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013). Para realizar a seleção para caracteres de sementes é

necessário conhecer a variabilidade genética da população, a qual pode ser estudada estimando-se parâmetros genéticos nos testes de progênes em delineamentos experimentais (CRUZ; CARNEIRO, 2009).

Em alguns trabalhos, demonstrou-se que há uma variabilidade genética considerável para caracteres de germinação e vigor de sementes de diferentes espécies vegetais, a exemplo do estudo de sementes de matrizes de *Albizia lebbbeck* (REGO et al., 2005). Na avaliação de progênes de *Oenocarpus mapora* e *O. distichus* foi observada ampla variabilidade na emergência e no tempo médio de emergência favorecendo a seleção para esses caracteres (SILVA et al., 2009a). No estudo de germinação em *Jatropha ribifolia*, foram observadas variabilidade genética significativa para a seleção de plantas superiores (LYRA et al., 2012).

Os resultados da estimativa de parâmetros genéticos são importantes na decisão dos métodos de melhoramento a serem utilizados e na definição com eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para obtenção de ganhos genéticos (CRUZ; CARNEIRO, 2009). O melhoramento pode ser mais efetivo com a utilização de índices de seleção, permitindo combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, de modo que seja possível a seleção com base em um complexo de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Estudos de estimativa de parâmetros genéticos de caracteres de sementes em *J. copaia* permitem inferir sobre a variabilidade genética para realizar seleção para germinação rápida e uniforme de sementes, facilitando a obtenção de mudas para os plantios da espécie e permitindo a seleção de matrizes superiores para compor lotes de sementes.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estimar parâmetros genéticos para caracteres de germinação de sementes em *Jacaranda copaia*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inferir sobre a variabilidade genética da população de *J. copaia* em estudo;
- Realizar a seleção de matrizes superiores para a produção de mudas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE

A *Jacaranda copaia* é popularmente conhecida como caroba, manacá, parapará, caroba do mato, caraúba, carobussu, marupá, simaruba copaia, simaruba falsa e pertence a um grupo ecológico pioneiro que ocorre nas florestas amazônicas de terra firme (LORENZI, 2002).

Na classificação taxonômica, a espécie é encontrada na divisão *Magnoliophyta* (Angiospermae), na Classe *Magnoliopsidae* (Dicotyledonae), na Ordem *Lamiales*, na família *Bignoniaceae* e o nome científico completo da espécie é *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. (APG III, 2012).

É uma espécie que possui árvores grandes, com flores azul-violáceas (Figura 1). É uma árvore de crescimento rápido, fuste retilíneo de 20 a 30 m de altura com diâmetro de até 100 cm, cujo habitat são matas e capoeiras de terra firme (Figura 2) (LOUREIRO et al., 1979).



Figura 1: Ramos de *Jacaranda copaia*, inflorescência
Fonte: Nascimento Júnior, L. G. L. (2013)

As folhas são bipinadas de 15 a 165 cm de largura, com 5 a 20 pinas, cada uma com cerca de 5 a 25 cm de comprimento; a ráquis é essencialmente não alada e com 5 a 25 folíolos sésseis, 1,5 a 8 cm de comprimento e 0,8 a 2,5 cm de largura; são assimetricamente rombóidais-elípticos, agudos a acuminados, assimetricamente cuneados na base e membranáceos (Figura 3 - A) e inflorescência em panículas terminais (Figura 3 - B). Flores com cálice campanulado, com cinco dentes e pelos (tricomas); corola de cor azul-púrpura na parte externa e nos lóbulos e internamente de cor branca (GENTRY; MORAWETZ, 1992).



Figura 02 - Arvore matriz com frutos

Fonte: Nascimento Júnior , L. G. L. (2013)

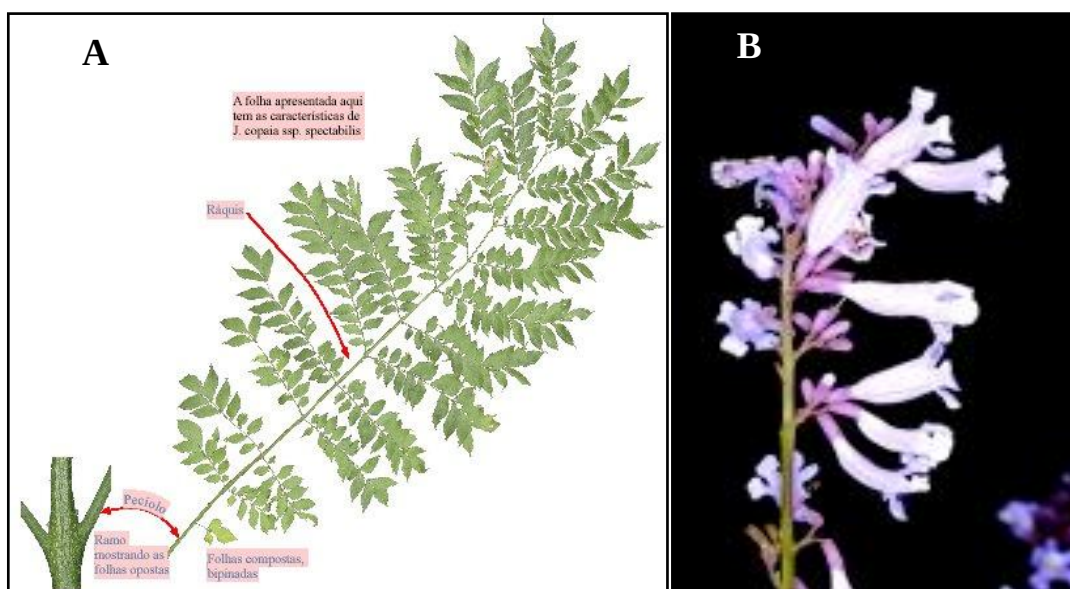


Figura 3: (A) - Folhas bipinadas e (B) – Inflorescência em panícula de *Jacaranda copaia*

Fonte: dendro.cnptia.embrapa.br (2013)

Os frutos são cápsulas oblongas com margens retas, medindo entre 6,2 e 12,7 cm de comprimento por 3,3 a 6 cm de largura, são lepidotos a glabros, negros ou castanhos escuros e com lenticelas (Figura 4) e se abrem ainda na copa da árvore. Depois que a cápsula se abre, sementes leves e aladas, escapam e então são dispersas pelo vento. As sementes apresentam região embrionária com 3 a 5 mm de largura por 3 a 4 mm de comprimento. Esta região é circundada por uma asa com 1 a 2 cm de comprimento e 1,7 a 2,8 cm de largura (Figura 5), a asa é hialina, membranácea com estriais radiais, em tons castanhos, que partem da região embrionária (GENTRY; MORAWETZ, 1992).



Figura 4: Frutos de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

Fonte: Nascimento Júnior, L. G. L. (2014)



Figura 5: Semente de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

Fonte: Nascimento Júnior, L. G. L. (2014)

A espécie em estudo é uma planta hermafrodita, alógama e seu florescimento ocorre de agosto a novembro, durante o período de menor precipitação pluviométrica, estendendo-se por até quatro semanas por indivíduo e três ou quatro meses para a população, caracterizando um padrão de floração cornucópia. A sua frutificação termina no início da estação chuvosa entre novembro e dezembro. A dispersão de frutos e sementes é anemocórica, pelo vento (MAUÉS et al., 2008).

3.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A madeira serrada e roliça é leve ($0,20$ a $0,35 \text{ g/cm}^3$) e pode ser utilizada para fabricação de brinquedos, forros de teto, material isolante, para caixas de embalagem, construção aeronáutica e material flutuante (LOUREIRO et al., 1979). Sua madeira apresenta $0,35 \text{ g/cm}^3$, também pode ser usada na confecção de molduras, divisórias, móveis, engradados, compensados e faqueados (INPA, 1991). A espécie pode ser usada como fonte de energia por possuir lenha de boa qualidade e também é adequada para uso no setor de celulose e papel (IPEF, 2013).

A madeira é considerada muito leve, com densidade de $0,31 \text{ g/cm}^3$, compacta, fácil manuseio e de muito baixa resistência ao apodrecimento e ao ataque de cupins, sendo utilizada na confecção de caixotaria, cepas de calçados, obras internas de carpintaria, molduras e para fabricar polpa celulósica (LORENZI, 2002). Madeira fácil de trabalhar, empregada na fabricação de brinquedos, marcenaria, papel, balsas e trabalhos de interior (LOUREIRO et al., 1979).

3.3 DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE

Ocorre na floresta úmida, desde o nível do mar até 1200 metros de altitude. Está amplamente distribuída no Norte da América do Sul entre Belize na Bolívia e o Brasil (Mato Grosso e Maranhão) (Figura 6). Distribui-se em toda a Amazônia e habita matas e capoeiras velhas de terra firme. Sua ocorrência é relatada no Brasil nos Estados: Amazonas, Pará, Mato Grosso, Tocantins, Roraima e parte dos Estados do Sul e do Sudeste, com destaque para São Paulo, o grande utilizador de sua madeira principalmente para a construção civil (RIBEIRO et al., 1999).



Figura 6: Distribuição de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.
Fonte: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007

3.4 COLHEITA E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

Os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore por meio de escalada com equipamentos específicos, com limpeza da área e recolhimento em lona após a queda.



Figura 7: Coleta de material vegetal UFAM
Fonte: Nascimento Júnior, L. G. L. (2013)

As sementes de *J. copaia* são pequenas (peso de mil sementes 5-6 g), possuem fotoblatismo positivo (OLIVEIRA et al., 2003), só germinam sob temperatura constante de 25°C (AUD, 2008), e são ortodoxas (HONG et al., 1996) podendo ser secas e armazenadas por um longo período. Em câmara fria (4°C e

teor de água de 6-8 %) as sementes podem manter alta porcentagem de germinação (77 a 87 %) após dois anos de armazenamento (SALAZAR, 1999).

3.5 GERMINAÇÃO

A germinação é um processo biológico, desenvolvido por sequência bioquímica, morfológica e fisiológica que resulta na retomada do crescimento do embrião da semente, seguidamente, com emergência da radícula (BEWLEY e BLACK, 1994). O processo germinativo pode ser influenciado por fatores externos ou internos, sendo que estes podem ocorrer de forma individual ou conjuntamente (NASSIF et al., 1998).

Dentre os principais fatores ambientais que afetam a germinação de sementes estão o oxigênio, a temperatura, a luminosidade e a água, sendo a água o fator que tem mais influência sob a germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A absorção da água pelas sementes colabora com o enfraquecimento do tegumento, intensifica a atividade respiratória e induz a síntese de enzima e hormônios. Desta forma, modifica a estrutura e propriedades da parede celular do embrião, aumentando o volume da semente, entrando nos tecidos adjacentes, rompendo o tegumento, em seguida, a emissão da radícula (BEWLEY; BLACK, 1994).

A temperatura influencia a germinação de forma generalizada, consequentemente, irá afetar a velocidade de germinação, velocidade de absorção de água e início de reações bioquímicas que determinam o processo germinativo (BASKIN; BASKIN, 1998). Este fator está relacionado com a ecologia de cada espécie, sendo assim, a germinação de sementes irá ocorrer dentro de uma temperatura ou faixa de temperatura ideal, vale ressaltar que toda espécie tem seu intervalo ótimo de temperatura para germinar (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A luz também exerce função importante no processo de germinação. Muitas espécies são dependentes de luz para germinar e outras são indiferentes à luminosidade (NASSIF et al., 1998). Outro estudo relata que a luz é apenas um fator de quebra de dormência, para o processo germinativo a luz não exerce efeito. Assim, em sementes sensíveis a luz, a germinação acontece pela quebra de dormência realizada pela luz, após a quebra por este fator, a germinação irá acontecer tanto na presença como na ausência de luz (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Para sementes de *J. copaia* o início da germinação ocorre, em média, 12 dias após a semeadura, sem tratamento para quebra de dormência e em condições de viveiro. A germinação é fanerocotiledonar (cotilédones livres dos restos seminais) e epígea (acima do nível do solo) (EMBRAPA, 2013).

Para a superação da dormência usa-se a pré-embebição das sementes em água em quantidade suficiente para ativar o metabolismo, porém, insuficiente para permitir a protrusão da raiz primária (BRADFORD, 1986). A ativação do metabolismo permite a recuperação de danos adquiridos pelo armazenamento ou a aceleração do processo de maturação pós-colheita (NASCIMENTO, 2004).

3.6 TESTE DE PROGÊNIES

Teste de progênies são realizados para conhecer a variação genética existente dentro e entre as progênies a partir de estudos da genética quantitativa, em que são estimados parâmetros genéticos para caracteres silviculturais. Por meio de um teste de progênies pode-se estabelecer estratégias de produção de sementes melhoradas (BALERONI et al., 2003).

Os testes de progênies são usados para se estimar valores genéticos e classificar as plantas matrizes a partir de resultados obtidos em suas progênies (ROUTSALAINEN et al., 1998). Os testes de progênies são necessários quando se deseja conhecer a superioridade do fenótipo. Por meio deste teste, há possibilidade de inferir se a superioridade desse fenótipo é devida a sua constituição genética ou devido à condição ambiental favorável (ASSIS, 1996).

A variabilidade genética das populações, em nível de espécies, procedências e progênies, é a principal fonte de variação genética explorada em programas de melhoramento genético florestal. A instalação de ensaios com populações bases constituídas de progênies com grande variabilidade genética, é essencial para garantir uma seleção adequada e ganhos genéticos para as futuras gerações conforme o avanço do melhoramento (LOPES, 1994).

3.7 PARÂMETROS GENÉTICOS

A estimativa de parâmetros genéticos auxilia na identificação da natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos, e também, permite avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para alcançar ganhos genéticos e a conservação de uma base genética (CRUZ; CARNEIRO, 2009). Estudos com base nas médias e nas variâncias possibilitam obter estimativas de parâmetros genéticos para análise da potencialidade de populações para fins de melhoramento e estabelecer estratégias eficazes de seleção (CRUZ, 2005).

Na estimativa de parâmetros genéticos, a variância genética é o parâmetro mais importante, sendo responsável pela causa principal da semelhança entre os parentes. O coeficiente de herdabilidade e as correlações genéticas são importantes para uma seleção significativa a ser realizada em uma população (FALCONER, 1987).

O coeficiente de variação genético é um componente auxiliar no estudo da estrutura genética de uma população, por expressar a quantidade de variação entre progênies (FALCONER, 1987).

A utilização da estimativa de parâmetros genéticos e seleção de indivíduos, busca avaliar a magnitude e a natureza da variância genética disponível, com objetivo de quantificar e maximizar os ganhos genéticos, utilizando-se procedimentos de seleção adequada (COSTA, 2006). A Herdabilidade é a proporção genética da variabilidade total, sendo classificada como sentido amplo e restrito. No sentido restrito a herdabilidade é a proporção da variabilidade observada em razão dos efeitos aditivos dos genes (BORÉM; MIRANDA, 2009).

Cruz (2006) define herdabilidade como a proporção da variância fenotípica devido às variações de natureza genética. É a proporção relativa das influências genéticas e ambientais na manifestação fenotípica dos caracteres, indicando, assim, o grau de dificuldade ou facilidade para programas de melhoramento (RESENDE; DIAS, 2000). A estimativa da herdabilidade mostra a confiabilidade que o valor fenotípico representa o valor genotípico, determinando a proporção do ganho obtido com a seleção (FALCONER, 1987).

Há dois tipos de coeficientes de herdabilidade: O coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, que é a proporção da variância genética total na

variância fenotípica; e coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, que é a proporção da variância genética aditiva na variância fenotípica. Este último é o mais importante para melhorista devido ao efeito aditivo do gene que será repassado para as próximas gerações (FERREIRA, 2006 e BORÉM; MIRANDA, 2009).

Os fatores que podem afetar a herdabilidade são a característica estudada, o método de estimação, a diversidade da população, o nível de endogamia da população, o tamanho da amostra, o número e o tipo de ambientes considerados, a unidade experimental considerada e a precisão tanto na condução do experimento quanto na coleta de dados (BORÉM; MIRANDA, 2009).

3.7.1Ganhos de seleção

Elevados ganhos genéticos, promovidos em curto prazo e contribuindo para a manutenção de ampla variabilidade genética nos programas de melhoramento podem ser atingidos selecionando as áreas produtoras de sementes, como os pomares clonais, formados por poucas dezenas de clones, das populações selecionadas ou populações de melhoramento, formados por grande número de árvores, que visam melhoramento contínuo em longo prazo (SILVA, 2008).

A população de melhoramento, ou populações selecionadas, forma o conjunto de plantas selecionadas, isso inclui, progênies e clones, que o melhorista manipula para promover o melhoramento genético (RESENDE; BARBOSA, 2005).

Os ganhos genéticos podem ser obtidos por determinada estratégia de melhoramento, constituindo uma das mais importantes contribuições da genética quantitativa para o melhoramento de plantas (MARTINS, 1999).

O melhoramento de uma população para qualquer característica é o resultado do ganho de seleção, que depende do diferencial de seleção, que é a diferença entre a média do grupo selecionado e a média da população original. Desta forma, em uma seleção, quanto maior intensidade de seleção, maior será o diferencial e, como consequência, o progresso genético (CRUZ, 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE COLETA DE SEMENTES

A coleta de sementes de *J. copaia* para o estudo foi realizada no fragmento florestal urbano do Campus da Universidade Federal do Amazonas – UFAM (03°04'34"S, 59°57'30"W), que cobre uma área de aproximadamente 600 hectares, localizado na cidade de Manaus (Figura 8).



Figura 8. Área do Campus demarcada
Fonte: Google Earth / GPS Trackmaker (2012)

4.2 MATERIAL VEGETAL

A população nativa de *J. copaia* encontra-se distribuída pela área do Campus da UFAM. Foram identificadas 24 matrizes adultas, em fase de reprodução, com distância mínima de 100 metros entre uma matriz e outra. Cada matriz foi georreferenciada com auxílio de um GPS onde foi gerado um mapa de localização de cada matriz na área (Figura 9).

A coleta dos frutos foi realizada pela equipe técnica especializada em coleta de sementes do Laboratório de Sementes Florestais da Faculdade de Ciências Agrárias/UFAM (Figura 10). Para obtenção das progênes de meios-irmãos foram selecionados no mínimo 150 frutos de cada matriz e identificados com a mesma numeração da matriz de origem.

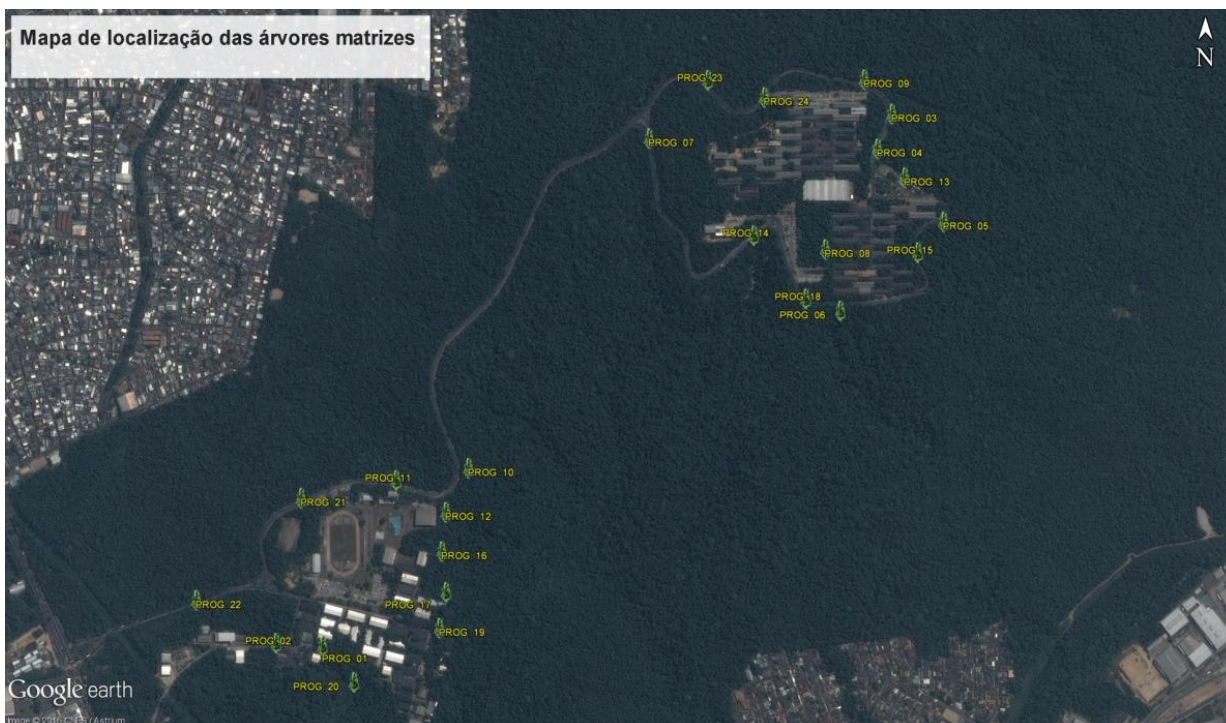


Figura 9 - Mapa de localização das progênies no Campus Universitário da UFAM

Fonte: Nascimento Júnior , L. G. L. (2015)

Tabela 1 - Coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) das progênies

Progênie	Coord. Norte	Coord. Leste	Progênie	Coord. Norte	Coord. Leste
PROG. 01	9656782,557	169127,046	PROG. 13	9658051,62	170772,72
PROG. 02	9656789,135	168995,288	PROG. 14	9657894,245	170345,877
PROG. 03	9658223,612	170736,54	PROG. 15	9657849,092	170810,962
PROG. 04	9658129,334	170695,787	PROG. 16	9657038,522	169464,415
PROG. 05	9657932,726	170883,723	PROG. 17	9656928,638	169476,68
PROG. 06	9657691,815	170591,81	PROG. 18	9657723,521	170493,92
PROG. 07	9658155,331	170048,187	PROG. 19	9656831,647	169458,151
PROG. 08	9657856,968	170548,123	PROG. 20	9656684,701	169216,563
PROG. 09	9658316,388	170657,709	PROG. 21	9657181,727	169065,928
PROG. 10	9657263,114	169539,242	PROG. 22	9656904,939	168769,047
PROG. 11	9657230,523	169334,374	PROG. 23	9658313,232	170214,879
PROG. 12	9657144,167	169475,72	PROG. 24	9658267,253	170374,269



Figura 10 - Coletor do Centro de Sementes Nativas do Amazonas

Fonte: Nascimento Júnior, L. G. L. (2013)

Os frutos passaram por secagem natural e foram beneficiados e acondicionados no Laboratório de Sementes Florestais da FCA/UFAM. As sementes foram armazenadas em sacos plásticos selados com suas respectivas identificações para o início do experimento.

4.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado no Laboratório de Sementes Florestais do Centro de Sementes Nativas do Amazonas da FCA/UFAM, Manaus-AM (Figura 11).



Figura 11 - Laboratório de Sementes / Centro de Sementes Nativas

Fonte: Nascimento Júnior, L. G. L. (2014)

O experimento foi desenvolvido em Delineamento Inteiramente Casualizado, constituído por 24 progênies, em cinco repetições de 20 sementes, totalizando 100 sementes. Foi conduzido em ambiente com temperatura a 25 e 28°C. O fotoperíodo de oito horas por dia, correspondeu ao período luminoso à temperatura mais elevada, em germinador de câmara, com lâmpadas fluorescentes de 20W, segundo a recomendação de Castellani e Aguiar (1998).

A semeadura foi realizada sobre duas folhas de papel Germitest, umedecidas com água destilada. As sementes foram mantidas no interior de Placas de Petri transparentes com raio de 14 cm x 2 cm de altura (Figura 12), foram acondicionadas em câmara de germinação tipo BOD, a 25 e 28°C.



Figura 12 -Distribuição das sementes por repetição

Fonte:Nascimento Júnior , L. G. L. (2014)

4.4 CARACTERES ANALISADOS

As sementes de *J. copaia* foram avaliadas pelos seguintes testes:

Teste de Germinação (TG) – correspondeu à porcentagem de sementes germinadas até o término do experimento no 60º dia após semeadura. Considerou-se germinadas as sementes que emitiram raiz primária. Os resultados foram expressos em porcentagem média com base no número de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG) – conduzida juntamente com o teste de germinação, correspondeu à porcentagem de sementes germinadas no

período de ocorrência das primeiras plântulas normais, período este que ocorreu no 21º dia após a semeadura.

Índice de velocidade de germinação (IVG) – calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962).

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

em que, G é o número de plântulas observadas em cada contagem e N é o número de dias da semeadura a cada contagem.

Coefficiente de velocidade de germinação (CVG) – dado pela fórmula de Furbeck et al. (1993).

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{(N_1 G_1) + (N_2 G_2) + \dots + (N_n G_n)} \times 100$$

em que, G e N = possuem o mesmo significado da fórmula anterior.

Tempo médio de germinação (TMG) – obtido através de contagens diárias das sementes germinadas até o fim do experimento e calculado através da fórmula proposta por Labouriau (1983), sendo os resultados expressos em dias.

$$TMG = \frac{\sum (n_i \cdot t_i)}{\sum n_i}$$

em que, n_i é o número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem e t_i é o tempo decorrido entre o início da germinação e a i -ésima contagem.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICAS

Análise de normalidade e homogeneidade de variância

Os dados obtidos para os caracteres avaliados foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Lilliefors), verificando a necessidade de transformação dos mesmos. Os dados do teste de germinação (TG) e primeira contagem de germinação (PCG) foram transformados segundo a expressão proposta por Snedecor (1945).

$$Y = \arcsen \sqrt{x/100}$$

Após o teste de normalidade, o teste de Cochran foi realizado para confirmar ou não a homogeneidade de variância e a necessidade de ajuste dos graus de liberdade, permitindo a análise conjunta dos dados dos diferentes ambientes.

Análise de variância e teste de médias

O esquema da análise de variância individual, que foi realizada sobre os dados transformados em TG e PCG, estão apresentados na Tabela 2, enquanto o esquema da análise de variância conjunta está apresentado na Tabela 3. Todos os efeitos, exceto a média, foram considerados aleatórios.

Para a análise de variância individual, foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + G_i + e_{ij}$$

sendo:

Y_{ij} : valor fenotípico do caráter Y medido no material genético i e repetição j;

m: média geral paramétrica dos dados em estudo;

G_i : efeito do i-ésimo genótipo ($i=1,2,\dots,g$);

e_{ij} : erro médio associado à observação Y_{ij} .

Tabela 2. Esquema resumido da análise de variância individual dos dados de germinação de sementes de *Jacaranda copaia*

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	F	E(QM)
Genótipo	$g-1$	QMG	QMG/QMR	$\sigma^2 + r\sigma_g^2$
Resíduo	$g(r-1)$	QMR		σ^2
Média		M		
Coef. Variação (CV %)		$100 \sqrt{QMR/M}$		

σ_g^2 : Componente de variância genotípico;

σ^2 : Componente de variância residual;

r: número de repetições.

Para a análise de variância conjunta dos dados, foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$$

sendo:

Y_{ijk} : valor fenotípico do caráter Y medido no material genético i, no ambiente j e repetição k;

m: média geral paramétrica dos dados em estudo;

G_i : efeito do i-ésimo genótipo ($i=1,2,\dots,g$);

A_j : efeito do j-ésimo ambiente experimental ($j=1,2,\dots,a$);

GA_{ij} : efeito da interação do i-ésimo genótipo com o j-ésimo ambiente;

E_{ijk} : erro médio associado à observação Y_{ijk} .

Tabela 3. Esquema resumido da análise de variância conjunta dos dados de germinação de sementes de *Jacaranda copaia*

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	F	E(QM)
Genótipo	g-1	QMG	QMG/QMGA	$\sigma^2 + r\sigma_{ga}^2 + ar\sigma_g^2$
Ambiente	a-1	QMA	QMA/QMGA	$\sigma^2 + r\sigma_{ga}^2 + gr\sigma_a^2$
G x A	(a-1)(g-1)	QMGA	QMGA/QMR	$\sigma^2 + r\sigma_{ga}^2$
Resíduo	ga(r-1)	QMR		σ^2
Média			M	
Coef. Variação (CV %)				$100 \sqrt{QMR/M}$

σ_g^2 : Componente de variância genotípico;

σ_a^2 : Componente de variância ambiental (Temperaturas);

σ_{ga}^2 : Componente de variância da interação entre genótipo e ambiente;

σ^2 : Componente de variância residual;

r, g, a: número de repetições, genótipos e ambientes, respectivamente.

As médias foram comparadas por meio do teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Estimativa dos parâmetros genéticos

As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas pela análise conjunta dos ambientes em que foram conduzidos os experimentos, uma vez que as variâncias estimadas a partir dos experimentos com diferentes temperaturas apresentaram homogeneidade.

Os parâmetros genéticos, estimados a partir da análise individual para cada temperatura testada, tiveram por base as expressões:

- Componente de variância fenotípica

$$\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QMG}{r}$$

- Componente de variância ambiental

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{QMR}{r}$$

- Componente de variância genotípica

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMG - QMR}{r}$$

- Herdabilidade no sentido a amplo (%)

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{QMR/r} \times 100$$

- Coeficiente de variação genético (%)

$$CVg = 100 \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{M}$$

- Razão entre CVg e CVe

$$\text{Razão} = \frac{CVg}{CVe}$$

Os parâmetros genéticos, estimados a partir da análise conjunta, tiveram por base as expressões:

- Componente de variância genotípica

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMG - QMGA}{ra}$$

- Componente de variância genótipos x ambientes

$$\hat{\sigma}_{ga}^2 = \frac{QMGA - QMR}{r}$$

- Variância Residual

$$\hat{\sigma}^2 = QMR$$

- Herdabilidade (%)

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{QMG/ar}$$

As análises genético/estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional Genes v.2014.6.1 (CRUZ, 2013).

Correlações genéticas e ambientais

Foram calculadas as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais de acordo com as fórmulas:

- Correlações fenotípicas (rf):

$$rf = \frac{PMP_{xy}}{\sqrt{QMP_x \cdot QMP_y}}$$

em que:

PMP_{xy} = produto médio das progênes, QMP_x = quadrado médio do caráter X das progênes e QMP_y = quadrado médio do caráter Y das progênes.

- Correlações ambientais (ra):

$$ra = \frac{PMR_{xy}}{\sqrt{QMR_x \cdot QMR_y}}$$

sendo:

PMP_{xy} = produto médio do resíduo, QMR_x = quadrado médio do resíduo do caráter X e QMR_y = quadrado médio do resíduo do caráter Y.

- Correlações genótípicas (rg):

$$rg = \frac{\hat{\sigma}_{gxy}^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_{gx}^2 \cdot \hat{\sigma}_{gy}^2}}$$

sendo:

$$\hat{\sigma}_{gxy}^2 = \frac{PMT_{XY} - PMR_{XY}}{r}; \hat{\sigma}_{gx}^2 = \frac{QMT_X - QMR_X}{r}; \hat{\sigma}_{gy}^2 = \frac{QMT_Y - QMR_Y}{r}$$

em que:

$\hat{\sigma}_{gxy}^2$ = estimador da covariância genética dos caracteres X e Y, $\hat{\sigma}_{gx}^2$ e $\hat{\sigma}_{gy}^2$ = estimadores da variância genéticas dos caracteres X e Y, respectivamente e r = número de repetições.

A significância de todas as correlações foi testada pelo método de *bootstrap* com 5000 simulações.

Estratégias e ganho de seleção

O ganho por seleção (GS) das progênies superiores para cada caractere avaliado foi obtido pela expressão:

$$GS = Ds \cdot h^2$$

onde,

GS: Ganho por seleção

h^2 : herdabilidade no sentido amplo

Ds: Diferencial de seleção, dado por $Ds = Y_s - Y_0$, onde Y_s = média das progênies selecionadas; Y_0 = média da população original.

Foram selecionadas as melhores progênies, com pressão de seleção de 25%, selecionando-se seis progênies. Os ganhos diretos com seleção para cada caractere serviram como referencial para a avaliação do desempenho de índices de seleção aplicados.

Os índices de seleção utilizados foram: clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943); índice baseado em soma de Ranks de Mulamba e Mock (1978); com base nos ganhos desejados de Pesek e Baker (1969) e livre de pesos e de parâmetros de Elston (1963). O peso dos caracteres foi igual ao desvio padrão genético para todos os índices, exceto para o livre de peso e parâmetros de Elston (1963) onde os valores mínimos foram iguais à média para cada caractere. As análises foram realizadas utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística, Programa Genes, versão 2009 7.0, da Universidade Federal de Viçosa – UFV (CRUZ, 2006).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS

A avaliação das 24 progênes foi realizada em duas etapas. Um total de dez indivíduos foram avaliados no período de 07 de agosto a 5 de outubro de 2014 e outros quatorze indivíduos no período de 12 de dezembro de 2014 a 9 de fevereiro de 2015. Todos os indivíduos foram avaliados durante 60 dias em ambientes com temperaturas de 25 e 28 °C.

Para a contagem das sementes germinadas foram consideradas apenas aquelas com emissão da radícula (Figura 13). O período de germinação ocorreu de 10 a 50 dias após o início do experimento. Em comparação a outros estudos com espécies do mesmo gênero, o tempo de desenvolvimento da plântula jovem variou de 7 a 16 dias em *Jacaranda mollissima* (OLIVEIRA e PEREIRA, 1987), 20 a 32 dias em *Jacaranda elliptica* (AÑEZ et al., 2005) e 15 a 30 dias em *Jacaranda curcas* (NUNES et al., 2009).



Figura 13 - Emissão de radícula em semente de *Jacaranda copaia*

Fonte: Nascimento Júnior, L. G. L. (2014)

Foi possível acompanhar o processo de desenvolvimento em todas as 24 progênes desde a germinação até a formação de plântulas com vigor. Cada placa de Petri (Figura 14) representou uma repetição com 20 sementes, sendo avaliadas um total de cinco placas por indivíduo em experimentos com temperaturas de 25 e

28 °C. As câmaras passaram por ajustes diários de temperatura, e não tiveram oscilações acima do previsto.



Figura 14 - Teste de germinação em *Jaranda copaia*

Fonte: Nascimento Júnior , L. G. L. (2014)

A contagem de plântulas (Figura 15) foi feita paralelamente a contagem de sementes germinadas e para as análises estatísticas foram contabilizadas apenas plântulas com a emissão de raiz primária. Foram observados o estabelecimento de plântulas em condições favoráveis a produção de mudas, como emissão de folhas primárias, mortalidade e liberação dos restos seminais, esta última característica de espécies fanerocotiledonar (DUCKE, 1965).



Figura 15 - Plântulas de *Jacaranda copaia*

Fonte: Nascimento Júnior , L. G. L. (2014)

A espécie apresentou comportamento aleatório em relação ao processo de germinação, havendo discrepância nos resultados obtidos entre as repetições. Aspectos como a época de coleta e o tempo de armazenamento podem ter contribuído para tal situação. Para que o resultado de um teste de germinação possa ser considerado satisfatório e válido para emissão do resultado, é preciso que a variação entre as porcentagens de germinação das repetições esteja dentro das tolerâncias máximas permitidas (BRASIL, 2009). Deste modo, as progênies com grande variação entre as repetições tiveram parte dos dados retirados da análise estatística. No entanto, a maioria dos indivíduos apresentaram evolução significativa e mostraram um bom desenvolvimento de plântulas. Adicionalmente, foi possível obter dados satisfatórios para realização da análise estatística e obtenção das estimativas de parâmetros genéticos.

Para as 24 progênies em avaliação, houve 51,2% de germinação das sementes avaliadas na temperatura de 25 °C e 56,6% de germinação considerando a temperatura de 28 °C. No trabalho realizado por Abensur (2007) a germinação de *J. copaia* variou de 42 a 56%, considerando-se todos os tratamentos testados. A temperatura de 30°C apresentou médias estatisticamente superiores aos experimentos com temperaturas de 25 e 35°C. Souza(1999) também em estudo com *J. copaia* concluiu que a temperatura ótima de germinação era em torno de 25°C, alcançando 68% de germinação. Para a formação de plântulas, o autor observou desenvolvimento satisfatório em temperaturas de 25 e 30°C, sendo esta considerada a faixa ótima de variação de temperatura dentro da espécie. Resultados similares foram evidenciados por Oliveira e Pereira (1987) para *Jacaranda mollissimae* enquanto Ginwal et al. (2005) observou percentagem de germinação de 57 a 78% para *Jacaranda curcas*.

5.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS

Foi realizada a análise de variância individual (Tabelas 4 e 5) e conjunta (Tabela 6) para os caracteres: Teste de Germinação (TG), Primeira Contagem de Germinação (PCG), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Coeficiente de Velocidade de Germinação (CVG) e o Tempo Médio de Germinação (TMG). Considerando que a razão entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo das

análises individuais para cada caráter estudado foi menor que sete, seguindo o que recomenda Pimentel-Gomes (1991), foi realizada a análise de variância conjunta.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Jacaranda copaia* para ambiente com 25 °C

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		TG(%)	PCG (%)	IVG	CVG	TMG (dias)
Genótipo	23	0,1101 **	0,0956 **	22,5783 **	0,0262 **	60,1545 **
Resíduo	48	0,0097	0,0112	1,2837	0,0041	9,1607
Média ²		0,7992 (51,18)	0,4069(17,92)	5,2287	2,1461	28,1329
CV (%) ³		12,33	25,97	21,66	2,9984	10,76

** * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

²Média dos dados de TG e CVG transformada (arco seno da raiz de x/100) e original, entre parêntesis;

³Coeficiente de variação experimental

Tabela 5. Resumo da análise de variância para teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Jacaranda copaia* para ambiente com 28°C

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		TG(%)	PCG (%)	IVG	CVG	TMG (dias)
Genótipo	23	0,1314 **	0,0692 **	34,2222 **	0,0219 **	23,8035 **
Resíduo	48	0,0101	0,0083	2,4327	0,0030	6,9365
Média ²		0,8658 (56,60)	0,4853 (22,71)	6,8239	2,2221	25,0172
CV(%) ³		11,60	18,82	22,86	2,48	10,53

** * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

²Média dos dados de TG e CVG transformada (arco seno da raiz de x/100) e original, entre parêntesis;

³Coeficiente de variação experimental

Tabela 6.Resumo da análise de variância conjunta para teste de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Jacaranda copaia* para ambientes com temperaturas de 25 e 28 °C

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		TG(%)	PCG (%)	IVG	CVG	TMG (dias)
Genótipo (G)	23	0,1667 *	0,1285 **	45,5107**	0,0346 *	63,0981 **
Ambiente (A)	1	0,1596 ^{ns}	0,2213 *	91,6048**	0,2074 **	349,4810 **
GxA ¹	23	0,0749 **	0,0363 **	11,2899**	0,0135 **	20,8600 **
Resíduo	96	0,0099	0,0098	1,8582	0,0036	8,0486
Total	143					
Média ²		0,8325 (53,89)	0,4460 (20,31)	6,0263	2,1841	26,5750
CV(%) ³		11,95	22,13	22,62	2,74	10,67

**; * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

¹Interação genótipo e ambiente; ²Média dos dados de TG e CVG transformada (arco seno da raiz de x/100) e original, entre parêntesis; ³Coeficiente de variação experimental

Nas análises de variância individual e conjunta, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos genótipos, indicando que as progênies possuem variabilidade genética para os caracteres em estudo (Tabelas 4,5 e 6). Na análise conjunta, não foi observado efeito significativo do ambiente em relação ao teste de germinação, no entanto, para os demais caracteres a diferença de temperatura foi suficiente para compor uma resposta diferencial das progênies. De modo geral, o experimento com 28°C proporcionou os melhores resultados para as características avaliadas.

Os coeficientes de variação dos caracteres em estudo apresentaram menores valores no ambiente de 28°C, obtendo assim maior precisão em comparação com aqueles avaliados em ambiente com 25°C. Em geral, baixas temperaturas proporcionam germinação mais lenta em espécies tropicais pois o processo germinativo envolve enzimas cuja atividade máxima é geralmente acima de 25°C (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988). Sendo assim, temperaturas inferiores ou superiores à ótima, tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, expondo as plântulas por maior período a fatores adversos.

O maior coeficiente de variação foi obtido para o caráter Índice de Velocidade de Germinação na avaliação em ambos os ambientes. Contudo, em estudos com plântulas de *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (LYRA, 2012) foram encontrados valores de coeficientes de variação de 85,9% para IVG, o que indicam que este caráter pode não ser muito preciso aplicado às espécies florestais. De

modo geral, para todos os caracteres, o coeficiente de variação estimado está de acordo com os obtidos para a espécie (ABENSUR et al., 2007), indicando satisfatória precisão experimental.

Verificou-se pela análise de variância conjunta (Tabela 6) que a germinação média das progênes foi de 53,89%, não havendo diferença estatística pelo teste F entre as duas temperaturas avaliadas. O Tempo Médio de Germinação foi de 26,57 e apenas 20,31 % das sementes germinaram 21 dias após a semeadura, no entanto, houve diferença significativa na avaliação realizado nos dois ambientes. Adicionalmente, verificou-se que para todos os caracteres, a interação genótipo e ambiente foi significativa, indicando que as temperaturas utilizadas não influenciaram da mesma forma na expressão das variáveis analisadas. Em face disso, as inferências sobre os diferentes genótipos devem ser efetuadas para cada ambiente.

5.3 Parâmetros genéticos

As estimativas de herdabilidade na análise conjunta (Tabela 9) foram menores que as obtidas nas análises individuais (Tabela 7 e 8). A seleção para tais características tende a ser mais eficiente quando praticadas em cada ambiente. Os valores de herdabilidade obtidos foram similares nos diferentes experimentos e, de modo geral, todos os caracteres apresentaram altas porcentagens de herdabilidade e condições favoráveis à seleção. Os valores no sentido amplo oscilaram de 84,19 a 94,31% para o ambiente de 25°C e de 70,85 a 92,89% para 28°C (Tabelas 7 e 8). Resultados similares em comparação aos obtidos nos estudos de duas espécies do gênero *Oenocarpus sp.*, com herdabilidades variando de 68,84 a 92,98% para caracteres de germinação (SILVA, 2009), e também similares os encontrados por Alves (2006), em trabalho realizado com *Daucus carota L.*

Os valores de herdabilidade obtidos nas progênes sugerem grandes possibilidades de ganho genético, tendo em vista que o progresso esperado com a seleção depende da herdabilidade do caráter, da intensidade de seleção e do desvio padrão fenotípico do caráter (DUDLEY e MOLL, 1969). Segundo Cruz (2005), o conhecimento da herdabilidade em parâmetros de interesse é fundamental para que a seleção seja aplicada com sucesso, de forma que o valor fenotípico de um caráter possa servir como guia para o valor genético.

Tabela 7. Parâmetros genéticos estimados nas variáveis teste de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Jacaranda copaia* para ambiente com 25°C

Parâmetros	Estimativas				
	TG ¹	PCG ¹	IVG	CVG	TMG
Var. Fenotípica	0,0367	0,0319	7,5261	0,0087	20,0515
Var. Ambiental	0,0032	0,0037	0,4279	0,0014	3,0536
Var. Genotípica	0,0335	0,0282	7,0982	0,0074	16,9979
Herdabilidade (%)	91,18	88,33	94,31	84,19	84,77
CVg (%) ²	22,89	41,24	50,95	4,00	14,65
CVg/CVe ³	1,86	1,59	2,35	1,33	1,36

¹Análises feitas com os dados transformados em $\arcseno\sqrt{x/100}$; ²coeficiente de variação genético; ³Razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental

Tabela 8. Parâmetros genéticos estimados nas variáveis teste de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Jacaranda copaia* para ambiente com 28°C

Parâmetros	Estimativas				
	TG	PCG	IVG	CVG	TMG
Var. Fenotípica	0,0438	0,0231	11,4074	0,0073	7,93451
Var. Ambiental	0,0034	0,0028	0,81091	0,00102	2,31217
Var. Genotípica	0,0404	0,0203	10,5965	0,00628	5,62234
Herdabilidade (%)	92,31	87,95	92,8914	86,0927	70,8594
CVg (%) ²	23,23	29,35	47,7033	3,5669	9,4781
CVg/CVe ³	2,00	1,56	2,09	1,44	0,90

¹Análises feitas com os dados transformados em $\arcseno\sqrt{x/100}$; ²coeficiente de variação genético; ³Razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental

Tabela 9. Parâmetros genéticos estimados a partir da análise conjunta dos ambientes, das variáveis teste de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Jacaranda copaia*

Parâmetros	Estimativas				
	TG ¹	PCG ¹	IVG	CVG	TMG
Componente de variância genotípica	0,0153	0,0154	5,7035	0,0035	7,0397
Componente de variância GxA ²	0,0217	0,0088	3,1439	0,0033	4,2704
Variância residual	0,0099	0,0098	1,8582	0,0036	8,0486
Herdabilidade (%)	55,06	71,77	75,19	61,01	66,94
CVg (%) ³	14,86	27,80	39,63	2,72	9,98
CVg/CVe ⁴	1,24	1,26	1,75	0,99	0,94

¹Análises feitas com os dados transformados em $\arcseno\sqrt{x/100}$; ²Componente de variância da interação genótipos x ambientes; ³coeficiente de variação genético; ⁴Razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental

O coeficiente de variação genética variou de 4,0 a 50,95% no ambiente de 25°C (Tabela 7) e variou de 3,56 a 47,70 no ambiente 28°C (Tabela 8). Valores compatíveis, contudo superiores aos obtidos em estudos com *Plukenetia volubilis* (OLIVEIRA, 2013) e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (LYRA, 2012). As estimativas do CVg são de suma importância por expressar a quantidade de variação existente entre os genótipos (FERRÃO et al., 2008). Assim, a variação genética das progênes pode ser confirmada, existindo a possibilidade de ganhos expressivos no processo de produção de muda.

Na análise conjunta (Tabela 9), os valores do CVg variaram entre 2,72 e 39,63%, com destaque para o Índice de Velocidade de Germinação e Primeira Contagem de Germinação, sendo estes os caracteres com maior variabilidade nas progênes em estudo. A razão entre CVg / CV e assumiu valores próximos ou superiores à unidade (variou de 0,94 a 1,75) em relação a todos os caracteres, que são valores considerados ideais para a seleção (CRUZ; CARNEIRO, 2009).

Foram encontrados altos valores de correlação genética entre os parâmetros IVG e TG com 0,9206 e IVG e PCG com 0,90 em ambiente de 25 °C (Tabela 10) e também encontrado valores entre 0,89 e 0,86 para as mesmas associações do ambiente 28 °C (Tabela 11). Este fato torna o processo seletivo mais simples, haja vista que aumentos em um caráter tendem a ser acompanhados de aumentos em outras e vice-versa, não necessitando de adoções de restrições na seleção para obtenção de ganhos no sentido desejado. Com relação aos coeficientes de correlação fenotípica, o comportamento foi similar aos de correlação genética nos dois experimentos (Tabelas 10 e 11).

O alto grau de complexidade da maioria dos caracteres, em termos de quantidade de genes e ação gênica, faz com que os mesmos possam estar de certa maneira relacionados. Estudos dessas associações, que podem ser geradas por diversos fatores e inclusive pelo ambiente, são fundamentais para avaliar a magnitude e sentido da alteração num caráter quando o outro correlacionado está sob seleção. Em ambos os experimentos, com temperaturas de 25 e 28°C, correlações genotípicas positivas de alta magnitude foram encontradas entre os caracteres em estudos (Tabelas 10 e 11). Entretanto, correlações genotípicas negativas foram estimadas para Tempo Médio de Germinação, o que provoca uma redução desejável no tempo médio de germinação com a seleção direta nas demais.

Paiva et al.(2002) também estimaram coeficientes de correlações fenotípicas e genéticas para caracteres de crescimento em aceroleira e encontraram, em sua grande maioria, valores positivos. Estimativas de correlação genética e fenotípica para diferentes espécies e caracteres também foram reportados por Farias Neto (1999), Shimizu e Spir (1999), Ettoriet al.(2004), Moraes et al.(2007) e Costa et al. (2008), todas positivas e de alta magnitude.

Tabela 10. Matriz de correlações fenotípicas (r_F), genotípicas (r_G) e ambientais (r_A) entre caracteres de germinação em 24 progênies de *Jacaranda copaia* provenientes de testes com temperatura de 25 °C

Caracteres	r	PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹
TG	F	0,7768 **	0,9206 **	0,5707 *	-0,4555
	G	0,8195	0,9406	0,6379	-0,5180
	A	0,4079 **	0,6825 **	0,1003	-0,001
PCG	F		0,9087 **	0,7911 **	-0,8570 **
	G		0,9486	0,8699	-0,8954
	A		0,5267 **	0,3011 *	-0,6166 **
IVG	F			0,7659 **	-0,6260 *
	G			0,8426	-0,6597
	A			0,1597	-0,3886 *
CVG	F				-0,7278 **
	G				-0,7553
	A				-0,5783 **

** * Significativo a 1 e 5% de probabilidade - respectivamente - pelo método de *bootstrap* com 5000 simulações. TG - teste de germinação; PCG - primeira contagem de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; CVG - coeficiente de velocidade de germinação, TMG - tempo médio de germinação

Tabela 11. Matriz de correlações fenotípicas (r_F), genotípicas (r_G) e ambientais (r_A) entre caracteres de germinação em 24 progênies de *Jacaranda copaia* provenientes de testes com temperatura de 28 °C

Caracteres	r	PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹
TG	F	0,7736 **	0,8986 **	0,5923 *	-0,0575
	G	0,8178	0,9144	0,6630	-0,0828
	A	0,3812 **	0,7011 **	0,0115	0,0634
PCG	F		0,8687 **	0,7958 **	-0,6018 *
	G		0,9114	0,885	-0,5913
	A		0,4858 **	0,1984	-0,7205 **
IVG	F			0,6315 *	-0,2453
	G			0,6840	-0,2842
	A			0,1996	-0,1023
CVG	F				-0,6333 *
	G				-0,7250
	A				-0,3334 *

** * Significativo a 1 e 5% de probabilidade - respectivamente - pelo método de *bootstrap* com 5000 simulações.

¹TG - teste de germinação; PCG - primeira contagem de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; CVG - coeficiente de velocidade de germinação, TMG - tempo médio de germinação

Uma vez que houve interação genótipo e ambiente, foi realizado o teste de Scott Knot para as médias dos tratamentos em cada ambiente e a seleção foi realizada considerando as análises individuais (Tabelas 12 e 13).

O teste de médias mostrou diferenças significativas entre as progênies para todos os caracteres avaliados. As maiores diferenças foram observadas para o caráter Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e o Coeficiente de Velocidade de Germinação (CVG). Kaushik et al. (2007), trabalhando com parâmetros genéticos em sementes de *Jacaranda curcas*, verificaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no tamanho e peso das sementes entre 24 acessos. Ginwal et al. (2005), estudando a mesma espécie, relataram grande variabilidade quanto à variação de sementes com base na germinação e crescimento das plântulas.

Os maiores valores para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foram verificados nas progênies 7, 4, 21 e 6 nos ambientes de 25 e 28 °C, demonstrando que a reposta germinativa nessas progênies é mais rápida em relação às demais. Segundo Ginwal e Gera (2000), sementes que germinam mais rápidas e vigorosas em condições favoráveis são boas candidatas a produzirem mudas vigorosas em condições de campo.

Tabela 12. Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de *Jacaranda copaia* provenientes de 24 progênie obtidas pelos testes de germinação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em ambientes com 25 °C

Progênie	Variáveis analisadas ¹				
	TG ²	PCG	IVG	CVG ²	TMG
Progênie 1	0,9748 b	0,7005 a	7,9206 c	2,3135 a	21,5183 c
Progênie 2	0,6675 c	0,4330 c	4,4498 d	2,2447 b	22,6905 c
Progênie 3	0,9042 b	0,5181 b	7,3889 c	2,2258 b	25,3860 c
Progênie 4	1,0639 a	0,7001 a	10,2413 b	2,2456 b	23,5516 c
Progênie 5	0,5401 d	0,3150 c	2,1237 e	2,1624 c	23,2643 c
Progênie 6	1,1091 a	0,6325 b	8,9095 c	2,1938 b	24,8708 c
Progênie 7	1,1091 a	0,8540 a	12,1235 a	2,3668 a	19,3113 c
Progênie 8	0,8864 b	0,3471 c	4,9839 d	2,0688 c	31,1849 a
Progênie 9	0,9062 b	0,3150 c	4,6928 d	2,0830 c	32,1944 a
Progênie 10	0,4397 d	0,2829 c	1,0383 e	1,9363 d	29,7111 b
Progênie 11	0,8540 b	0,2398 c	4,4378 d	2,0991 c	34,9413 a
Progênie 12	0,5427 d	0,0753 c	1,7340 e	2,0208 d	36,9889 a
Progênie 13	0,5966 d	0,2145 c	2,2924 e	2,0412 d	32,4571 a
Progênie 14	0,8021 c	0,3150 c	6,0206 d	2,1679 c	33,9470 a
Progênie 15	0,5788 d	0,2576 c	2,9508 e	2,1975 b	31,4825 a
Progênie 16	0,6675 c	0,2897 c	3,8929 d	2,1486 c	31,4167 a
Progênie 17	0,6981 c	0,3724 c	3,9539 d	2,1298 c	26,8806 c
Progênie 18	0,8696 b	0,3944 c	5,1012 d	2,1038 c	29,2051 b
Progênie 19	0,9432 b	0,3471 c	5,7761 d	2,0968 c	28,3481 b
Progênie 20	0,6675 c	0,3944 c	4,1224 d	2,1259 c	27,5357 b
Progênie 21	1,0705 a	0,5938 b	8,5459 c	2,1698 c	24,1048 c
Progênie 22	0,7518 c	0,3690 c	4,6419 d	2,1472 c	27,9516 b
Progênie 23	0,7856 c	0,4143 c	4,6110 d	2,1375 c	28,3889 b
Progênie 24	0,7518 c	0,3890 c	3,5363 d	2,0822 c	27,8582 b
Média ²	0,7992 (51,18)	0,4069 (17,92)	5,2287	2,1461	28,1329
CV (%) ³	12,33	25,97	21,66	2,9984	10,76

¹Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade; ²Média dos dados de TG e CVG transformada (arco seno da raiz de x/100) e original, entre parêntesis, ³coeficiente de variação experimental

Tabela 13. Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de *J. copaia* provenientes de dez progênies obtidas pelos testes degerminação (TG), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), coeficiente da velocidade de germinação (CVG) e tempo médio de germinação (TMG) em ambiente com 28 °C

Progênies	Variáveis analisadas ¹				
	TG ²	PCG	IVG	CVG ²	TMG
Progênie 1	0.9212 a	0.5783 c	4.4734 d	2.406 a	20.0139 b
Progênie 2	1.0485 a	0.7504 b	9.9655 b	2.3243 b	21.8127 b
Progênie 3	0.7687 b	0.5223 c	7.2407 c	2.274 b	21.7407 b
Progênie 4	1.0472 a	0.6833 c	11.4941 b	2.2997 b	22.6889 b
Progênie 5	0.5023 c	0.3471 d	1.9776 e	2.1182 d	22.4722 b
Progênie 6	0.8861 a	0.3944 d	6.2673 d	2.1862 c	27.4167 a
Progênie 7	1.2017 a	0.9246 a	15.8487 a	2.3827 a	18.213 b
Progênie 8	0.7513 b	0.3218 d	4.6718 d	2.1437 d	27.2853 a
Progênie 9	0.3724 c	0.2576 d	0.8755 e	2.1029 d	22.6667 b
Progênie 10	0.5995 b	0.3597 d	2.9336 e	2.2833 b	24.2639 b
Progênie 11	1.109 a	0.5577 c	9.1837 b	2.2294 c	26.194 a
Progênie 12	0.9401 a	0.5368 c	8.1067 c	2.2251 c	25.3882 a
Progênie 13	0.7184 b	0.4197 d	4.5498 d	2.2021 c	24.8241 a
Progênie 14	1.0307 a	0.4397 d	6.9697 c	2.1366 d	27.7203 a
Progênie 15	0.6814 b	0.3249 d	3.5407 e	2.0511 d	29.0407 a
Progênie 16	1.0074 a	0.5974 c	7.4156 c	2.2305 c	23.1781 b
Progênie 17	0.666 b	0.3944 d	3.9487 d	2.1376 d	26.1254 a
Progênie 18	1.0107 a	0.4616 d	8.605 c	2.2192 c	27.3402 a
Progênie 19	0.8864 a	0.357 d	6.5409 d	2.1808 c	27.533 a
Progênie 20	1.1091 a	0.561 c	9.8673 b	2.2588 b	27.2269 a
Progênie 21	0.992 a	0.5423 c	10.2832 b	2.29 b	25.6578 a
Progênie 22	0.7351 b	0.4417 d	4.6778 d	2.1954 c	27.5731 a
Progênie 23	1.0252 a	0.475 d	8.4855 c	2.2372 c	27.1623 a
Progênie 24	0.7683 b	0.398 d	5.8506 d	2.2156 c	26.8741 a
Média ²	0,8658 (56,60)	0,4853 (22,71)	68,239	22,221	250,172
CV (%) ³	11,60	18,82	22,86	2,48	10,53

¹Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade; ²Média dos dados de TG e CVG transformada (arco seno da raiz de x/100) e original, entre parêntesis; ³coeficiente de variação experimental

Os ganhos de seleção estimados com a seleção direta para os caracteres de interesse (Tabelas 14 e 15) foram mais expressivos no ambiente de 25 °C, oscilando entre 4,69 e 71,42%. Adotando o procedimento de seleção direta, foi possível obter ganhos satisfatórios em todos os caracteres avaliados, sendo os ganhos mais expressivos estimados para os caracteres IVG, PCG e TG. Em estudo desenvolvido por Silva (2009), foram estimados ganhos genéticos de 34,76% para TG e 12,7%

para TMG em espécies do gênero *Oenocarpus* sp. e ganhos de 8,1 e 9,75% com a seleção para o caráter germinação em *Albizia lebbbeck* (REGO, 2005).

Tabela 14. Estimativas de ganho genético e identificação das famílias selecionadas por seleção direta e indireta, para caracteres de germinação de sementes de *Jacaranda copaia* avaliados em condições de laboratório a 25°C

Caracteres	GS(%)	Ganho de seleção indireto (%)					Progênie selecionada
	Seleção Direta	TG ¹	PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹	
TG	28,06	---	50,18	66,57	3,33	-13,61	6, 7, 21, 4, 1, 19
PCG	56,37	27,32	---	71,42	4,17	-15,09	7, 1, 4, 6, 21, 3
IVG	71,42	27,32	56,37	---	4,17	-15,09	7, 4, 6, 21, 1, 3
CVG	4,69	9,57	36,99	41,19	---	-12,48	7, 1, 4, 2, 3, 15
TMG	-17,25	11,99	41,8	42,19	4,09	---	7, 1, 2, 5, 4, 21

¹TG - teste de germinação; PCG - primeira contagem de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; CVG - coeficiente da velocidade de germinação, TMG - tempo médio de germinação

Tabela 15. Estimativas de ganho genético e identificação das famílias selecionadas por seleção direta e indireta, para caracteres de germinação de sementes de *Jacaranda copaia* avaliados em condições de laboratório a 28°C

Caracteres	GS(%)	Ganho de seleção indireto (%)					Progênie selecionada
	Seleção Direta	TG ¹	PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹	
TG	24.02	---	30.36	50.79	1.93	-2.95	7, 20, 11, 2, 4, 14
PCG	35.75	22.65	---	41.11	3.68	-8.01	7, 2, 4, 16, 1, 20
IVG	41.11	23.33	35.75	---	2.92	-3.92	7, 4, 21, 2, 20, 11
CVG	4.22	10.94	28.0	31.89	---	-8.24	1, 7, 2, 4, 21, 10
TMG	-10.94	-6.75	14.16	-1.27	1.78	---	7, 1, 3, 2, 5, 9

¹TG - teste de germinação; PCG - primeira contagem de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; CVG - coeficiente da velocidade de germinação, TMG - tempo médio de germinação.

A progênie 7 foi selecionada em todos os caracteres e as progênies 21 e 1, estiveram presentes em quase todas as seleções em ambos ambientes. O melhor caráter foi o Índice de velocidade de germinação, pois obteve-se ganhos por seleção direta de 71,42% no ambiente de 25°C selecionando os indivíduos 7,4,6,21,1 e 3, e ganhos de 41,11% em 28°C, com a seleção dos indivíduos 7,4,21,2,20 e 11.

É importante destacar que a seleção direta em qualquer dos caracteres avaliados permitiu obter ganhos indiretos satisfatórios em todas as demais variáveis, sendo este procedimento eficiente no sentido de proporcionar uma distribuição de ganhos esperados adequada aos propósitos do presente trabalho, como a maior porcentagem de germinação e redução do tempo médio de germinação.

Estimativas de ganho genético e identificação das famílias selecionadas por diferentes métodos de seleção foram obtidas e estão representadas nas Tabelas 16 e 17. Com base em comparações feitas entre as progêneses selecionadas, o índice de Pesek e Baker foi o que obteve menor coincidência com as progêneses selecionadas na seleção direta. Adicionalmente, foi o índice de seleção que apresentou os menores ganhos para todos os caracteres, não sendo o índice indicado para seleção em ambos ambientes. Em trabalho com *Passiflora* sp., Gonçalves (2011), encontrou valores entre 10,08 e 16,75% de ganhos para todos os índices, com destaque para o índice de Pesek e Baker, diferente dos resultados obtidos em *J. copaia*.

Tabela 16. Estimativas de ganho genético e identificação das famílias selecionadas por método de seleção empregado (melhores famílias em ordem decrescente), de acordo com seleção direta e baseado em índices de seleção, e percentual de coincidência de famílias selecionadas pelos diferentes índices, para caracteres de germinação de sementes de *Jacaranda copaia* avaliados em condições de laboratório a 25 °C

Métodos de seleção		TG ¹	PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹
Seleção direta ²	Ganho de seleção (%)	28,06	56,37	71,42	4,69	-17,25
	Progênies selecionadas	6, 7, 21, 4, 1, 19	7, 1, 4, 6, 21, 3	7, 4, 6, 21, 1, 3	7, 1, 4, 2, 3, 15	7, 1, 2, 5, 4, 21
Índice Clássico ²	Ganho de seleção (%)	27,32	56.37	71.42	4.17	-15.09
	Progênies selecionadas	7, 1, 4, 6, 21, 3				
Índice de Mulamba e Mock ²	Ganho de seleção (%)	27,32	56.37	71.42	4.17	-15.09
	Progênies selecionadas	7, 1, 4, 21, 6, 3				
Índice de Pesek e Baker ²	Ganho de seleção (%)	10,84	13.33	35.81	1.61	-0.64
	Progênies selecionadas	14, 12, 7, 4, 3, 19				
Índice Livre de Pesos ²	Ganho de seleção (%)	27,32	56.37	71.42	4.17	-15.09
	Progênies selecionadas	7, 4, 1, 6, 21, 3				
Porcentagem de coincidência						
Direta x Clássico		83,33	100,00	100,00	66,67	66,67
Direta x Mulamba e Mock		83,33	100,00	100,00	66,67	66,67
Direta x Pesek e Baker		50,00	50,00	50,00	50,00	33,33
Direta x Livre de Pesos		83,33	100,00	100,00	66,67	66,67

¹TG - teste de germinação; PCG - primeira contagem de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; CVG - coeficiente da velocidade de germinação, TMG - tempo médio de germinação.

²Direta: onde $GS = Ds \cdot h^2$, em que Ds: corresponde ao diferencial de seleção, ou diferença entre a média dos selecionados subtraída da média da população base; h^2 : herdabilidade no sentido amplo. Clássico: índice de seleção clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943). Mulamba e Mock: índice baseado em soma de ranks de Mulamba e Mock (1978); Pesek e Baker: índice de seleção com base nos ganhos desejados de Pesek e Baker (1969). Livre de pesos: índice de seleção livre de pesos e de parâmetros de Elston (1963)

Quanto às estimativas de ganhos utilizando-se dos índices de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943), livre de pesos e de parâmetros de Elston (1963), os valores foram similares, independentemente do método de estimação. Isto sugere a possibilidade de uso de qualquer um destes para seleção conjunta dos caracteres, com exceção o Índice de Pasek e Baker, que não mostrou resultados satisfatórios para este estudo.

O índice clássico de Smith e Hazel foi o que apresentou o maior ganho predito nas diversas alternativas, seguido do índice de Mulamba e Mock (1978). Paula et al. (2002) em estudo de predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal de eucalipto também observaram a superioridade do índice Clássico de Smith e Hazel.

Tabela 17. Estimativas de ganho genético e identificação das famílias selecionadas por método de seleção empregado (melhores famílias em ordem decrescente), de acordo com seleção direta e baseado em índices de seleção, e percentual de coincidência de famílias selecionadas pelos diferentes índices, para caracteres de germinação de sementes de *Jacaranda copaia* avaliados em condições de laboratório a 28 ° C

Métodos de seleção		TG ¹	PCG ¹	IVG ¹	CVG ¹	TMG ¹
Seleção direta ²	Ganho de seleção (%)	24.02	35.75	41.11	4.22	-10.94
	Progênes selecionadas	7, 20, 11, 2, 4, 14	7, 2, 4, 16, 1, 20	7, 4, 21, 2, 20, 11	1, 7, 2, 4, 21, 10	7, 1, 3, 2, 5, 9
Índice Clássico ²	Ganho de seleção (%)	17.28	32.39	53.9	3.21	-6.03
	Progênes selecionadas		7, 4, 2, 21, 3, 20			
Índice de Mulamba e Mock ²	Ganho de seleção (%)	15.47	33.49	48.34	3.03	-7.94
	Progênes selecionadas		7, 2, 4, 21, 3, 16			
Índice de Pesek e Baker ²	Ganho de seleção (%)	0.61	-4.05	2.62	0.95	4.09
	Progênes selecionadas		22, 10, 24, 21, 20, 23			
Índice Livre de Pesos ²	Ganho de seleção (%)	22.44	45.97	59.31	3.38	-10.04
	Progênes selecionadas		7, 2, 4, 21, 3, 16			
Porcentagem de coincidência						
Direta x Clássico		66,67	66,67	83,33	66,67	50,00
Direta x Mulamba e Mock		50,00	66,67	66,67	66,67	50,00
Direta x Pesek e Baker		16,66	16,66	16,66	16,66	00,00
Direta x Livre de Pesos		50,00	66,67	66,67	66,67	50,00

¹TG - teste de germinação; PCG - primeira contagem de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; CVG - coeficiente da velocidade de germinação, TMG - tempo médio de germinação.

²Direta: onde $GS = Ds \cdot h^2$, em que Ds: corresponde ao diferencial de seleção, ou diferença entre a média dos selecionados subtraída da média da população base; h^2 : herdabilidade no sentido amplo. Clássico: índice de seleção clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943). Mulamba e Mock: índice baseado em soma de ranks de Mulamba e Mock (1978); Pesek e Baker: índice de seleção com base nos ganhos desejados de Pesek e Baker (1969). Livre de pesos: índice de seleção livre de pesos e de parâmetros de Elston (1963)

6. CONCLUSÕES

As progênies de *J. copaia* apresentaram variabilidade genética significativa para todos os caracteres de germinação avaliados, indicando a possibilidade de seleção de plantas superiores para o sistema de produção de mudas da espécie.

Os caracteres em estudo apresentaram alta herdabilidade em ambos os ambientes analisados e a razão entre o coeficiente de variação genética e o ambiental, assumiu valores próximos ou superiores à unidade em relação a todos os caracteres, condições estas consideradas ideais para a seleção.

As progênies 4, 6, 7 e 21 apresentaram maiores médias na maioria dos caracteres em estudo, sendo indicadas para o fornecimento de sementes para programas de conservação e produção de mudas.

Seleção direta em qualquer dos caracteres avaliados permitiu a obtenção de ganhos indiretos satisfatórios em todos os demais caracteres, assim como, o uso de índices de seleção pode ser uma estratégia eficiente no melhoramento da espécie.

7. REFERENCIAS

ABENSUR, F. O. ; MELO, M. F. F ; RAMOS, M. B. P. ; VARELA, V.P.; BATALHA, L. P. Tecnologia de sementes e morfologia da germinação de *Jacaranda copaia* D. Don (Bignoniaceae). Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 60-62, 2007.

AÑEZ, L. M. et al. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). Revista Brasileira de Botânica, v.28, p.563-8, 2005.

APG. III Angiosperm Phylogeny Group. 2012. Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. Consultado em 23/07/2013 < <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb>>

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

AUD, F. F. Luz, temperatura e fumaça na germinação de espécies pioneiras da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 44p. 2008.

BALERONI, C. R. S.; ALVES, P. F. ; SANTOS, E. B. R.; CAMBUIM, J.; ANDRADE, J. A. C.; MORAES, M. L. T. Variação genética em populações naturais de aroeira em dois sistemas de plantio. Revista do Instituto Florestal. São Paulo. v.15, n.2, p.125-136, 2003.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. London: Academic Press, 1998. 625 p.

BEWLEY, J. D. ; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BONATO, E. R.; VELLO, N. A. Aspectos genéticos do tempo para o florescimento em variantes naturais de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 6, p. 989-993, 1999

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Melhoramento de Plantas. 4ª edição. Viçosa: UFV, 2009.

BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming germination under stress conditions. Hort Science, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.

BRASIL. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, N. M. ; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Funep: Jaboticabal, 2000. 588p.

CASTELLANI, E. D. ; AGUIAR, I. B. Condições preliminares para a germinação de sementes de candiúba (*Trema micrantha* (L.) Blume. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 80-83, 1998.

CILAS, C.; BOUHARMONT, P.; BOCCARA, M.; ESKES, A. B.; BARADAT, P. Prediction of genetic value for coffee production in *Coffea arabica* from a half-diallel with lines and hybrids. Euphytica, Dordrecht, v.104, n. 1, p. 49-59, 1998.

CORRÊA, M. P. 1984. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926-1978. v. 2. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 707p.

COSTA, R. B. Genetic evaluation of *Hevea Brasiliensis*. Floresta & Ambiente, n 12, p. 08 – 14, 2006.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V. GONÇALVES, P. S.; OLIVEIRA, L. C. S.; ÍTAVO, L. C. V.; ROA, R. A. R. Seleção simultânea para porte reduzido e alta produção de látex em seringueira. Bragantia, Campinas, v.67, n.3, p.649-654, 2008.

CRUZ, C. D. Princípios de genética quantitativa. Viçosa: UFV, 2005. 394p

CRUZ, C. D. Programa GENES: estatística experimental e matrizes. Viçosa: UFV, 2006.

CRUZ, C. D ; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Vol. 2. Viçosa, UFV, 2009.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2001. 390p.

DELOUCHE, J. C. ; CALDWELL, W. P. Seed vigor and vigor tests. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.*, v. 50, n. 1, p. 124-129, 1969.

DUCKE, J. A. Keys for the identification of seedlings of some preeminent wood species in eight forest types in Puerto Rico. Annals of the Missouri Botanical Garden, Columbus, v.52, n.3, p.314-350, 1965.

DUDLEY. J. W.; MOLL, R. H. Interpretation and use of estimation of heritability and genetic variance in plant breeding. Crop Science, Madison v.2, n.3, p.257-262, 1969.

ELSTON, R.C. A weight free index for the purpose of ranking of selection with respect to several traits at a time. *Biometrics*, Alexandria, 19:85-97, 1963.

EMBRAPA, Amazônia Ocidental, Consultado em 23/06/2013
<http://dendro.cnptia.embrapa.br/Agencia1/AG01/arvore/AG01_10_292004113719.html>

ETTORI, L. C.; SATO, A. S.; SHIMIZU, J. Y. Variação genética em procedências mexicanas de *Pinus maximinoi*. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2004.

FALCONER, D. S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa: UFV Impressa Universitária, 1987. 279p.

FARIAS NETO, J. T. Estimativas de parâmetros genéticos em progênies de meio-irmãos de pupunheira. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 39, p.109-117, 1999.

FERRÃO, R. G. et al. Parâmetros genéticos em café conilon. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.61-9, 2008.

GENTRY, A.; MORAWETZ, W. Bignoniaceae. (Tribe Tricomeae). Flora Neotropica, New York, v. 25, n. 2. Botanical Garden. 1992.

GINWAL, H.S.; GERA, M. Genetic variation in seed germination and growth performance of 12 *Acacia nilotica* provenances in India. Journal of Tropical Forest Science, v.12, n.2, p.286-97, 2000.

GINWAL, H.S. et al. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn., in Central India. Silva e Genetica, v.54, p.76-80, 2005.

HAMRICK, J. L. Response of forest trees to global environmental changes. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v. 197, p. 323-335, 2004.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics, Pittsburgh, v. 28, p. 476-490, 1943.

HONG, T.D.; LININGTON, S.; ELLIS, R.H. Seed storage behaviour: a compendium. Rome: IPGRI, 1996. número de páginas?. (Handbooks for Genebanks, 4).

INPA - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (Manaus, AM). Catálogo de madeiras da Amazônia: características tecnológicas: área da hidrelétrica de Balbina. Manaus, 1991. 163 p.

IPEF - Instituto de Pesquisas Florestais, Características de *Jacarandacopaia*, consultado em 22/09/2013<<http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=64>>

KAUSHIK, N. et al. Genetic variability and divergence studies in seed traits and oil content of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) accessions. Biomass Bioenergy, v.31, p.497-502, 2007.

LABOURIAU, L. G. A germinação das sementes. Washington:Secretaria da OEA, 1983. 173p.

LOPES, A. M. Avaliação crítica dos projetos do PNP-Arroz na área de melhoramento genético, no período de 1980 a 1990: Regiões Norte e Nordeste. In: EMBRAPA. A pesquisa de arroz no Brasil nos anos 80: avaliação crítica dos principais resultados. Goiânia, 1994. p.287-307. Embrapa-CNPAP. Documentos, 40).

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol.2. 4ª Edição. Nova Odessa SP: Instituto Plantarum, 2002.

LOUREIRO, A. A. ; Silva, M. F. & Alencar, J. C. 1979. Essências madeireiras da Amazônia. Vol. II. INPA, Manaus, AM, Brasil. 187p.

LYRA, D. H. ; AMEIDA, L. A. H.; BRASILEIRO, B. P.; SANT'ANA, M. R.; AMARAL, C. L. F. Parâmetros genéticos de frutos, sementes e plântulas de *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira Plantas Medicinais*, v. 14, n. 4, p. 579-585, 2012.

MAGUIRE, J. D. 1962.Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop. Science.*, v. 9, n. 2, p.176-177.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de sementes de espécies florestais. p. 1-97. Brasília, 2013.

MARTINS, A. 1999. Seleção de plantas de propagação vegetativa - o caso tipo da videira. UTAD. In: Melhoramento Agrícola. p. 29.

MAUÉS, M. M. ; OLIVEIRA, P. E. ; KANASHIRO, M.Biologia da polinização de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don (Bignoniaceae) na Floresta Nacional do Tapajós, Amazônia Ocidental, Brasil. *Rev. bras. Bot.* [online]. 2008, vol.31, n.3, pp. 517-527. ISSN 1806-9959.

MORAES, M. L. T.; MISSIO, R. F.; SILVA, A. M.; CAMBUIM, J.; SANTOS, L. A.; RESENDE, M. D. V. Efeito do desbaste seletivo nas estimativas de parâmetros genéticos em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, n. 74, p. 55-65, 2007.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays*L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology* , Alexandria, v. 7, p. 40-51, 1978.

NASCIMENTO, W. M. Cresce o consumo de sementes de coentro. *Seed News*, v.8, p.14, 2004.

NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNADES, G.D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. Piracicaba: IPEF/LCF/ESALQ/USP, Informativo Sementes IPEF,1998. Disponível em: < <http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp> >. Acesso em: 13 abr. 2013.

NUNES, C. F. et al. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-mansão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.2, p.207-10, 2009.

OLIVEIRA, E. C. ; PEREIRA, T. S. Euphorbiaceae: morfologia da germinação de algumas espécies. *Revista Brasileira de Sementes*, v.9, p.9-51, 1987.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para a quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 597-603, 2003.

OLIVEIRA, S. A. G.; LOPES, M. T. G, CHAVES, F. C. M, MARTINS, C.C., ALVES, E. U. Estimation of generic parameters of *Plukenetia volubilis* L. seed germination. *Revista de Ciências Agrárias/ Amazonian Journal of Agricultural and Environment Sciences*. V. 56. P49-54. 2013

PAIVA, J. R.; RESENDE, M. D. V.; CORDEIRO, E. R. Índice Multiefeitos e estimativas de parâmetros genéticos em aceroleira. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, Brasília, v. 37, n. 6, p. 799-807, 2002.

PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. *Canadian Journal of Plant Science* , Ottawa, v. 49, p. 803-804, 1969.

PIMENTEL-GOMES, F. Análise de grupos de experimentos. In : (Ed.). *Curso de estatística experimental*. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 1991. p. 168-197.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: Agiplan, 1985. 289p.

REGO, F. L. H. Costa, R. B.; Contini, A. Z. , Moreno, R. G. S. ; Rondelli, K. G. S.; Kumimoto, H. H. Variabilidade genética e estimativa de herdabilidade para o caráter germinação em matrizes de *Albizia lebbek*. *Ciência rural*, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1209-1212, 2005.

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

RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.22, n.1, p.44-52, 2000.

RIBEIRO, J. E. L. do S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. da S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. da C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. Manaus, INPA. 816p. il.

ROUTSALAINEN, S., LINDGREEN, D. Predicting genetic gain of backward and forward selection in forest tree breeding. *Silva e Genetica*, v.47, n.1, p.42- 50, 1998.

SALAZAR, R. 1999. Nota técnicas sobre o manejo de semillas forestales. *Minquartia guianensis* Aublet. Familia: Olacaceae. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 57:1-2.

SHIMIZU, J. Y.; SPIR, I. H. Z. Avaliação de procedências de Liquidambar da América Central, do México e dos Estados Unidos, em Agudos, Brasil. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 39, p.93-108, 1999.

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

SILVA, R. A. M. da; MOTA, M. G. C.; FARIAS NETO, J. T. de. Emergência e crescimento de plântulas de bacabi (*Oenocarpus mapora* Karsten) e bacaba (*Oenocarpus distichus* Mart.) e estimativas de parâmetros genéticos. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 3, p. 601-608, 2009.

SILVA, A. I. S.; CORTE, V. B.; PEREIRA, M. D.; CUZZUOL, G. R. F.; LEITE, I. T. de A. Efeito da temperatura e de tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, n. 4, p. 815-824, 2009.

SNEDECOR, G. W. 1945. *Métodos estatísticos*. Lisboa: Ministério da Economia, 469 pp.

SOUZA, C. M. 1999. Germinação e Indução de Quiescência em sementes de *Jacaranda copaia* D. Don submetidas a diferentes temperaturas e condições luminosas. Manaus: UTAM.Monografia (Grau Engenharia Florestal).

VIEIRA, M. G. G. C. Aspectos da integração, tecnologia e sanidade em estudos de sementes. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES*, 3., Lavras. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 48-57.

ZINK, E. *et al.* Observações sobre o comportamento de sementes de feijão sob diferentes condições de armazenamento. *Bragantia*, Campinas, v. 35, n. 38, p. 443-451, 1976.