

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

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CARACTERES DE
SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Ormosia excelsa* Benth



MANAUS – AM

2017

JENNIFER SOUZA TOMAZ

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CARACTERES DE
SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Ormosia excelsa* Benth

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, para obtenção do título de mestre em Ciências Florestais e Ambientais, área de concentração, Silvicultura Tropical.

Orientadora: Dra. Maria Teresa Gomes Lopes
Coorientador: Dr. Mágnio Sávio Ferreira Valente

MANAUS – AM

2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

T655e	Tomaz, Jennifer Souza Estimativa de parâmetros genéticos em caracteres de sementes e crescimento inicial de mudas de <i>Ormosia excelsa</i> Benth / Jennifer Souza Tomaz. 2017 57 f.: il. color; 31 cm. Orientadora: Maria Teresa Gomes Lopes Coorientador: Mágnio Sávio Ferreira Valente Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas. 1. Teste de progênie. 2. Espécie florestal nativa. 3. Parâmetros genéticos. 4. Ganho de seleção. I. Lopes, Maria Teresa Gomes II. Universidade Federal do Amazonas III. Título
-------	---



PARECER

Defesa nº 185

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, após arguir da mestranda JENNIFER SOUZA TOMAZ, em relação ao seu trabalho de dissertação intitulada "ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CARACTERES DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Oreocaria excelsa*" é de parecer favorável à aprovação da mestranda habilitando-a ao título de Mestre "Magister Scientiarum" em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS (CIFA).

Professora Doutora Maria Teresa Gomes Lopes
Universidade Federal do Amazonas/FCA/PPGCIFA
Presidente

Professor Doutor Manuel de Jesus V. Lima Júnior
Universidade Federal do Amazonas/FCA/DCF
Primeiro Examinador

Professor Doutor Silvan Rogério Marçalva Alves
Universidade Federal do Amazonas/FCA/DEAS
Segundo Examinador

Manaus, 05 de Março de 2017.



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

AGRADECIMENTOS

À Deus;

À minha família, em especial minha mãe Márcia Maria Barbosa Souza, ao meu pai Marco Antônio Pinheiro Belém e a minha irmã Inara Belém, pelas orações, apoio e incentivo;

Ao meu esposo, pela compreensão, apoio e incentivo nessa jornada científica.

À Universidade Federal do Amazonas, em especial ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCIFA);

À CAPES que concedeu a bolsa de pesquisa para a realização deste trabalho;

À professora Dr^a. Maria Teresa Gomes Lopes pela orientação, confiança, apoio e ensinamentos transmitidos;

Ao professor Dr. Magno Sávio Ferreira Valente pela orientação, transmissão de conhecimentos e apoio.

Ao CSNAM por auxiliar na pesquisa e instalação dos experimentos, em especial ao professor Manuel Lima Júnior.

Ao CEPEAM por auxiliar na pesquisa e instalação dos experimentos;

Aos professores do programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPG-CIFA);

Ao professor Alberto Martins Pinto por ceder o laboratório para o desenvolvimento deste trabalho, pelas sugestões e amizade;

Às minhas amigas, Giselle e Sulianne, com quem aprendi, ri e chorei. Obrigada pelo incentivo, apoio, auxílio nas atividades de campo e companheirismo.

Ao grupo de oração, pelo o apoio, motivação e orações;

A todos que contribuíram de qualquer forma para este e outros trabalhos serem realizados.

AGRADEÇO.

RESUMO

Omosia excelsa Benth é uma espécie florestal nativa, endêmica do Brasil, conhecida popularmente como tento amarelo, possui potencial farmacológico, ornamental e sua madeira é muito apreciada pela comunidade extrativista. Possui rápida germinação e emergência de plântulas. É encontrada em ambientes de igapó, sendo uma espécie promissora para recuperação de matas ciliares. O presente trabalho teve como objetivo estudar a variabilidade genética em progênies de *O. excelsa* e estimar parâmetros genéticos para caracteres de germinação de sementes e crescimento inicial de mudas. Para o estudo de germinação, foram avaliadas 26 progênies de uma população do município de Autazes, Amazonas. A germinação das sementes foi realizada em dois experimentos concomitantes, no laboratório do Centro de Sementes Nativas do Amazonas, em câmara de germinação, onde as progênies no experimento 1, foram submetidas a temperatura constante de 30 °C e no experimento 2 a temperatura constante de 35 °C. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, constituído de 26 progênies, 4 repetições e 25 sementes por parcela. Os caracteres avaliados foram Porcentagem de germinação (PG), Índice de velocidade de germinação (IVG), Tempo médio de germinação (TMG) e Índice de sincronização de germinação (ISG). Foram estimadas as variâncias e correlações genéticas e fenotípicas, o coeficiente de variação genético, a herdabilidade no sentido amplo e o ganho por seleção direta. As progênies submetidas a temperatura de 35 °C foram levadas ao Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais - CEPEAM para o monitoramento do crescimento. Na área de produção de mudas, foram mensurados a altura da parte aérea (cm), diâmetro do coleto (mm) e número de folhas das mudas. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 22 progênies, em 5 repetições, 10 plantas por parcela, totalizando 1.100 mudas. As progênies de *O. excelsa* apresentaram variabilidade genética significativa para os caracteres avaliados TG, IVG, ISG e TMG. Na seleção direta considerando a germinação e o menor TMG, as progênies 9, 1, 7, 8, 18 e 22, 20, 10, 24, e 17 respectivamente, se apresentaram como superiores no ambiente à 30 °C. Em ambiente à 35 °C, considerando os ganhos com a seleção direta, as progênies 15, 10, 12, 7, 1 e 5, 12, 6, 13 e 9 respectivamente, apresentaram-se superiores para os caracteres TG e TMG, sendo indicadas para a produção de mudas. Quinze sementes são suficientes para a realização das análises biométricas das sementes de *O. excelsa* com acurácia mínima de 85%, reduzindo o esforço em analisar muitas sementes.

Palavras-chave: Teste de progênie; espécie florestal nativa; parâmetros genéticos; ganho de seleção.

ABSTRACT

Omosia excelsa Benth is a native forest species, endemic to Brazil, popularly known as yellow tento, has pharmacological, ornamental and its wood potential is highly appreciated by the extractive community. It has rapid germination and emergence of seedlings. It is found in igapó environments, being a promising species for recovery of riparian forests. The present work had as objective to study the genetic variability in *O. excelsa* progenies and to estimate genetic parameters for seed germination traits and initial seedling growth. For the study of germination, we evaluated 26 progenies of a population of the municipality of Autazes, Amazonas. The germination of the seeds was carried out in two concomitant experiments, in the laboratory of the Native Seeds Center of Amazonas, in a germination chamber, where the progenies in experiment 1 were submitted to a constant temperature of 30 °C and in experiment 2 at a constant temperature of 35 °C. The experimental design was the completely randomized, consisting of 26 progenies, 4 replicates and 25 seeds per plot. The evaluated characters were Percentage of germination (PG), Germination speed index (IVG), Mean germination time (TMG) and Germination synchronization index (ISG). Genetic and phenotypic variances and correlations, coefficient of genetic variation, heritability in the broad sense and gain by direct selection were estimated. Progenies submitted to a temperature of 35 °C were taken to the Center for Environmental Studies and Research (CEPEAM) to monitor growth. In the area of seedling production, the height of the shoot (cm), collection diameter (mm) and number of leaves of the seedlings were measured. The experiment was carried out in a completely randomized design, with 22 progenies, in 5 replicates, 10 plants per plot, totaling 1,100 seedlings. Progenies of *O. excelsa* showed significant genetic variability for TG, IVG, ISG and TMG traits. In the direct selection considering the germination and the lower TMG, the progenies 9, 1, 7, 8, 18 and 22, 20, 10, 24, and 17 respectively presented higher in the environment at 30 °C. Progenies 15, 10, 12, 7, 1 and 5, 12, 6, 13 and 9, respectively, were higher in the environment at 35°C, for TG and TMG, and indicated For the production of seedlings. Fifteen seeds are sufficient to perform the biometric analyzes of *O. excelsa* seeds with a minimum accuracy of 85%, reducing the effort to analyze many seeds.

Keywords: Progeny test; Native forest species; Genetic parameters; Selection gain.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição de <i>Ormosia excelsa</i> na região do Brasil.....	16
Figura 2. A- Árvore de <i>Ormosia excelsa</i>	17
Figura 3. Porcentagem média de germinação (A) e ponto culminante médio de germinação (B) de 26 progênies de <i>O. excelsa</i> submetidas às temperaturas de 30 e 35 °C.	33
Figura 4. Teor de água inicial das progênies de <i>Ormosia excelsa</i>	34

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Esquema resumido da análise de variância dos dados de germinação de <i>Ormosia excelsa</i>	26
Tabela 2. Esquema resumido da análise de variância conjunta dos dados de germinação de <i>Ormosia excelsa</i>	27
Tabela 3. Quadrados médios e parâmetros genéticos para o teste de germinação (TG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de <i>O. excelsa</i> , avaliadas em ambientes de 30 e 35 °C.	37
Tabela 4. Quadrados médios e parâmetros genéticos para o (TG), ((TMG), (ISG) e (IVG) em sementes de <i>O. excelsa</i> , estimados a partir da análise conjunta dos ambientes de 30 e 35 °C....	37
Tabela 5. Correlações fenotípicas (rF) e genotípicas (rG) entre o (TG), (TMG), (ISG) e (IVG) em sementes de 26 progênies de <i>O. excelsa</i> , avaliadas em ambientes de 30 e 35 °C.	39
Tabela 6. Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de <i>Ormosia excelsa</i> obtidas pelos (TG), (TMG), (ISG) e (IVG), avaliados em ambiente de 30 °C.....	39
Tabela 7. Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de <i>Ormosia excelsa</i> obtidas pelos testes (TG), (TMG), (ISG) e (IVG), avaliados em ambiente de 35 °C.....	40
Tabela 8. Estimativas de ganho genético e identificação das progênies selecionadas por seleção direta e indireta para o (TG), (TMG), (ISG) e (IVG) em sementes de <i>O. excelsa</i> , avaliadas em ambientes de 30 e 35 °C.	41
Tabela 9. Resumo da análise de variância para o peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 26 genótipos de <i>Ormosia excelsa</i>	43
Tabela 10. Médias estimadas de dados biométricos obtidos para peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 25 genótipos de <i>Ormosia excelsa</i>	43
Tabela 11. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade e respectivos coeficientes de determinação (entre parênteses) P (g), CS (mm), LS (mm) e ES (mm), avaliadas em 26 genótipos de <i>O. excelsa</i> , considerando 30 avaliações e baseadas em diferentes metodologias ¹	45
Tabela 12. Número de avaliações necessárias associada a diferentes coeficientes de determinação (R ²), estimado para P (g), CS (mm), LS (mm) e ES (mm), avaliadas em 26 genótipos de <i>O. excelsa</i> , coniderando 30 avaliações e baseadas em diferentes metodologias ¹	46
Tabela 13. Médias estimadas de dados biométricos obtidos para os caracteres altura (mm), diâmetro (mm) e número de folhas avaliados em teste de emergência em campo em 22 progênies de <i>Ormosia excelsa</i>	47
Tabela 14. Quadrados médios e parâmetros genéticos para os caracteres altura (mm), diâmetro (mm) e número de folhas avaliados em teste de emergência em campo em 22 progênies de <i>Ormosia excelsa</i>	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CVg - Coeficiente variação genético

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

DIC - Delineamento inteiramente casualizado

E (QM) - Esperança de quadrado médio

FV - Fonte de variação

G - Número de progênies

GL - Grau de liberdade

h^2 - Coeficiente de herdabilidade

IVG - Índice de velocidade de germinação

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

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

TMG – Tempo médio de germinação

ISG – Índice de Sincronização de germinação

TG – Teste de germinação

CS – Comprimento da semente em (mm)

P – Peso úmido da semente em (g)

LS – Largura da semente em (mm)

ES – Espessura da semente em (mm)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2.1. GERAL	14
2.2 ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	15
3.1. Família Fabaceae.....	15
3.2 Características gerais da espécie	15
3.2.1 <i>Ormosia excelsa</i> - Benth	15
3.3 Teste de progênies.....	17
3.4 Genética quantitativa e parâmetros genéticos	18
3.5 Componentes de variância e herdabilidade	19
3.6 Repetibilidade	20
3.7 Germinação de sementes.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Material vegetal.....	22
4.2 Instalação e condução dos experimentos de germinação	22
4.3 Caracteres avaliados.....	23
4.4 Crescimento das mudas	24
4.5 Análises estatísticas.....	25
4.5.1 Análise de normalidade.....	25
4.5.2 Análise de variância e teste de médias	25
4.5.3 Estimativa dos parâmetros genéticos	27
4.5.4 Correlações genéticas.....	29
4.5.5 Estratégias e ganho de seleção	30
4.5.6 Repetibilidade	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6. CONCLUSÕES.....	48
7. REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é o mais importante centro mundial de biodiversidade. No entanto, numerosas espécies de plantas amazônicas subexploradas com valor econômico promissor, ainda permanecem pouco conhecidas e negligenciadas pela ciência. Um exemplo dessas espécies é *Ormosia excelsa* Benth, conhecida popularmente no Amazonas como tento amarelo ou tento do igapó e sucupirana da várzea em Rondônia. Pertence à família Fabaceae. É uma espécie florestal nativa e endêmica do Brasil, típica de florestas de igapó. Ocorre nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia Goiás e Mato Grosso (Cardoso et al., 2015).

Considerada uma planta medicinal amazônica, a espécie é utilizada no tratamento e prevenção de doenças. Suas sementes são frequentemente utilizadas em obras de artesanatos populares (Campos Filho, 2012). A espécie apresenta germinação e crescimento rápido, características propícias para o manejo de mudas e por estar inserida em ambiente de igapó, pode ser utilizada para a recuperação de mata ciliar.

A necessidade de restaurar ou recuperar a vegetação nativa em áreas alteradas, tem despertado um número crescente de estudos a fim de elucidar as formas de propagação das espécies florestais nativas, devido aos problemas ambientais atuais (Oliveira et al., 2005). O reflorestamento é a forma de evitar o desaparecimento de espécies florestais, no entanto, esta atividade é limitada devido as dificuldades encontradas com a produção das mudas, especialmente com relação a informações triviais como a germinação de sementes (Carvalho et al., 2016). Aspectos quanto a temperatura ótima de germinação, formação de plântulas e estabelecimento de mudas, bem como o estudo da variação genética entre progênes de *O. excelsa*, são indisponíveis na literatura, mostrando a necessidade de pesquisas que abordem tal tema.

O processo de germinação é dependente de fatores ambientais, tais como, água, luz, temperatura e oxigênio, mostrando com isso, a importância de estudos para melhor compreensão das condições ideais para o processo de germinação de sementes (Brasil, 2009; Carvalho e Nakagawa, 2012; Castro et al., 2004). De modo geral, a temperatura dentre outros fatores, afeta diretamente o processo germinativo, principalmente no que diz respeito à absorção de água pelas sementes e em todas as reações bioquímicas e processos fisiológicos que culmina à germinação (Popinigis, 1985; Carvalho e Nakagawa, 2012). Entretanto, apesar de sua importância no processo germinativo, não há uma temperatura ótima definida para todas as espécies (Bewley e Black, 1994).

Com relatos do aumento da temperatura global nos últimos anos, vêm surgindo estudos na literatura, quanto da avaliação do comportamento da germinação de sementes em temperaturas mais elevadas, quando comparadas às condições ideais de germinação, para prever o desempenho da germinação em condições diferentes das ideais. Estes estudos, estão sendo realizados no sentido de determinar a temperatura ótima para a germinação de sementes, sobretudo de espécies florestais nativas (Ataíde et al., 2016; Matos et al., 2015; Oliveira et al., 2015; Rickli et al., 2014; Ribeiro et al., 2015; Oliveira e Barbosa 2014; Lazarotto, 2013; Brancalion et al., 2010; Lima et al., 2011), testando tanto temperaturas constantes como alternadas. A alternância de temperaturas, possibilita simular flutuações térmicas naturais do ambiente, permitindo assim, a germinação de muitas espécies (Borges e Rena, 1993). Com isso faz-se necessário verificar também qual seria o efeito da temperatura elevada na germinação de progênies de *O. excelsa* e identificar as matrizes superiores em condições de temperaturas elevadas.

Populações naturais de *O. excelsa* vêm sofrendo extrativismo ao longo de vários anos e também são afetadas por ações de desflorestamento na Amazônia. A má gestão dos recursos genéticos *in situ* contribui para os desafios à sobrevivência das espécies nativas e perdas de recursos genéticos. Estudar a variação de caracteres em populações naturais de uma espécie, tende a contribuir para a discriminação da variabilidade genética e para conhecer o germoplasma visando a sua conservação.

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). Entretanto, para se realizar a seleção com base em caracteres de sementes é necessário conhecer a variabilidade genética da população, a qual pode ser verificada por meio da estimativa de parâmetros genéticos nos testes de progênies em delineamentos experimentais (Cruz e Carneiro, 2012).

A estimativa de parâmetros genéticos auxilia na escolha de métodos e caracteres mais adequados a serem usados nas etapas iniciais e avançadas de programas de melhoramento, permitindo também, inferir sobre a variabilidade genética para os caracteres de interesse e determinar os ganhos esperados com a seleção (Cruz e Carneiro, 2014). Estudos da estimativa de parâmetros genéticos de caracteres de sementes em progênies de *O. excelsa* são inexistentes na literatura e necessários à domesticação da espécie, uma vez que a investigação da qualidade fisiológica de sementes virá a ser uma ferramenta essencial para trabalhos futuros.

Tem sido observada grande variabilidade no tamanho, cor e forma das sementes de *O. excelsa*, variações estas que podem estar relacionadas ao genótipo. Devido à pouca exploração comercial da espécie, faz-se necessário estudos em diferentes caracteres de sementes, pois estes podem subsidiar programas de melhoramento para que genótipos superiores sejam identificados e selecionados com maior eficiência. Por exemplo, caracteres biométricos das sementes estão correlacionados com as características de dispersão e com o estabelecimento de plântulas, além de serem utilizados para diferenciar espécies pioneiras e não-pioneiras em florestas tropicais (Baskin e Baskin, 1998) e constituir importante subsídio para a diferenciação de espécies de um mesmo gênero e entre variedades de uma mesma espécie (Alves et al., 2007).

Uma vez que genótipos superiores sejam identificados para os caracteres de interesse, espera-se que sua superioridade ou bom desempenho inicial se repitam ao longo de seu ciclo de vida produtiva. Tal expectativa poderá ser confirmada a partir da estimativa de coeficientes de repetibilidade para as características de interesse. Adicionalmente, considerando que *O. excelsa* é uma espécie perene, não domesticada, de longo ciclo de produção e devido ao elevado custo das expedições de coletas, é importante conhecer o número de observações fenotípicas que devem ser realizadas em cada indivíduo para que a discriminação, ou seleção fenotípica entre genótipos seja eficiente, ou seja, consuma menos tempo e tenha menor custo de mão-de-obra (Cruz et al., 2014; Manfio et al., 2011).

Em face do consumo extrativista das sementes de *O. excelsa* e a escassez de informações na literatura sobre seu cultivo, a espécie necessita de diretrizes quanto às condições propícias para sua germinação e o estabelecimento de plântulas, a fim de conservar sua base genética adotando programas de domesticação e melhoramento genético. Considerando a influência das condições ambientais sobre as sementes durante a germinação e a importância da espécie nos aspectos ecológico e medicinal, este trabalho teve como objetivo estimar parâmetros genéticos com base em caracteres de germinação, em sementes de *Ormosia excelsa* sob temperaturas diferentes, permitindo a seleção de matrizes superiores para a coleta de sementes e produção de mudas.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Estimar parâmetros genéticos com base em caracteres de germinação em sementes de *Ormosia excelsa*.

2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar a variabilidade genética de 26 progênies de *O. excelsa* com base nos caracteres de germinação: (PG), (ISG), (IVG) e o (TMG);
- Verificar a existência de interação progênies x ambiente (temperaturas) para os caracteres avaliados em *O. excelsa*;
- Estimar o coeficiente de repetibilidade dos caracteres biométricos de sementes;
- Realizar a seleção de matrizes superiores para a produção de mudas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Família Fabaceae

A família Fabaceae, popularmente conhecida como leguminosa, possui distribuição cosmopolita, incluindo aproximadamente 18.000 espécies em cerca de 650 gêneros. No Brasil, abrange cerca de 175 gêneros e 1500 espécies. Consideradas uma das maiores famílias de Angiospermas, assim como, de grande importância econômica. Tradicionalmente a família Fabaceae se divide em três subfamílias, Papilionoideae ou Faboideae, Caesalpinioideae e Mimosoideae (Souza e Lorenzi, 2012).

Na Amazônia possui uma relevante importância econômica, onde muitas espécies são utilizadas na indústria moveleira, na fabricação de corante, como plantas frutíferas, produção de óleo, como fitoterápico, para a produção industrial de inseticidas, confecção de bijóias, gemas orgânicas e objetos de decoração (Ribeiro et al., 1999; Ferreira et al., 2005).

Ormosia excelsa pertence a subfamília Papilionoideae ou Faboideae, que tem como característica folhas imparipinadas, trifolioladas ou unifolioladas, flores diclamídeas, corola com prefloração imbricada descendente ou vexilar (as carenas são sobrepostas pelas alas que são sobrepostas pelo vexilo), dialipétala, estames geralmente em número duplo ao das pétalas, sendo frequentemente nove estames unidos entre si e um livre (androceu diadelfo) ou todos unidos (androceu monadelfo), não vistosos; sementes sem pleurograma, mas com hilo bem desenvolvido (Souza e Lorenzi, 2012).

3.2 Características gerais da espécie

3.2.1 *Ormosia excelsa* - Benth

Ormosia excelsa é uma espécie florestal nativa e endêmica do Brasil, conhecida popularmente como tento do igapó no Amazonas e sucupirana da várzea em Rondônia. Pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae. O gênero *Ormosia* destaca-se pelo uso de sua madeira e uso ornamental (Cardoso e Meirelles, 2015; Campos Filho, 2012; Rodrigues et al., 2012).

Ocorre nos estados do Amazonas, Rondônia, Pará, Goiás e Mato Grosso (Figura 1). A espécie é predominante em mata de igapó, com relatos em mata de várzea, capoeira e praia arenosa. É encontrada nas margens de rios inundados (Cardoso e Meirelles, 2015).

Ormosia excelsa é considerada uma planta medicinal amazônica, utilizada no tratamento e prevenção de doenças. O extrato de suas sementes está sendo testado para o

combate de cáries dentárias. Sua madeira é usada por extrativistas na fabricação de móveis, bancos e canoas. Suas sementes são frequentemente utilizadas em obras de artesanatos populares. Além disso, possui função ecológica, em que peixes se alimentam de suas flores que caem na água (Campos Filho, 2012).



Figura 1. Distribuição de *Ormosia excelsa* na região do Brasil. Fonte: (Lima, 2015).

3.2.2 Características morfológicas

É uma árvore com ramificação na base, de copa larga, com altura aproximada de 3 a 20 m e diâmetro de 10 a 45 cm (Figura 2). Ocorre em solos areno-argilosos, arenosos, argilo-arenosos, solo de areia branca, e solo inundado. Pode ser encontrada submersa ou parcialmente imersa no rio. A casca possui aproximadamente 5 mm de espessura com aspecto rugoso e amarga. O cerne apresenta coloração rosado e alburno amarelo. Sua madeira é dura e pesada com gosto e cheiro indistintos. Suas folhas são alternas e imparipinadas. Pecíolos longos, peciólulo ferruginoso. Em fase de floração exibe botões e flores de coloração lilases-violáceo com cálice e corola roxas, inflorescências terminais paniculadas (Reflora, 2016). Floresce em novembro e dezembro e frutifica de maio a outubro (Campos Filho, 2012). Seu cálice é ferrugíneo, estandarte lilás com a base creme e estames amarelos. Folíolos opostos, cartáceos, membranáceos, verde-claros, concolores. Frutos tardiamente deiscentes, profundo de coloração púrpura-marrom. As sementes manifestam coloração amarela, laranja pálido a laranja avermelhado (Figura 2) (Reflora, 2016).

3.3 Estudos desenvolvidos com *Ormosia excelsa*

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas com *Ormosia excelsa*, tendo como foco principal o estudo de suas sementes, utilizando a coloração e caracteres biométricos para a distinção entre espécies do mesmo gênero (Rodrigues et al., 2012; Piovesan et al., 2013; Silva et al., 2013) e o potencial oleaginoso das sementes (Beherens et al., 2006). Diante o exposto, por meio do estudo de *O. excelsa*, é possível introduzir novas matérias-primas com potencial farmacológico, que até o momento não são amplamente estudadas.

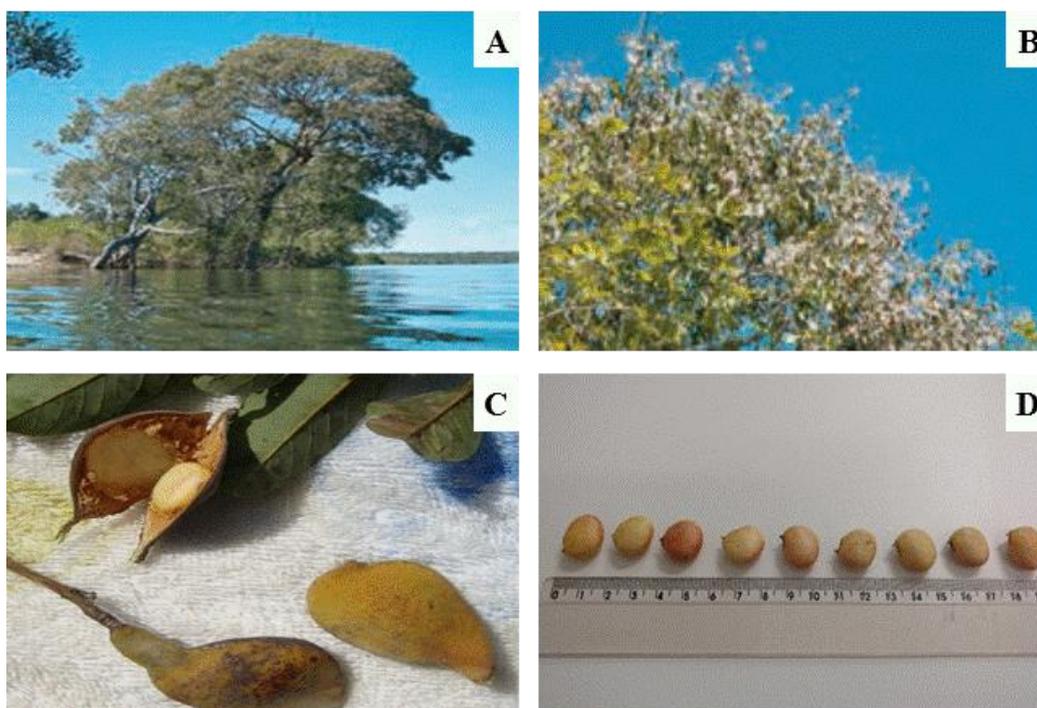


Figura 2. A- Árvore de *Ormosia excelsa*, B- Flores, C- Frutos. Fonte: (Campos Filho, 2012). D- Sementes. Fonte: (Tomaz, 2016).

3.3 Teste de progênies

O teste de progênies dentre outros fatores permite a avaliação genotípica de árvores selecionadas para a produção de sementes melhoradas, esse aspecto tem despertado interesse entre os pesquisadores e empresários do setor florestal (Baleroni et al., 2003).

Tais testes, permitem estimar parâmetros genéticos e determinar caracteres que são de grande importância a fim de definir qual a melhor estratégia para o melhoramento genético, além de possibilitar o estudo genético da população. Desta forma, pode-se identificar os genótipos superiores, seja para conservação ou para fins de seleção.

Um fator limitante para a realização desses testes com espécies florestais nativas é sobretudo a indisponibilidade de sementes. A escassez de informações a respeito da fenologia de algumas espécies, torna esta atividade limitada e onerosa.

A utilização de matrizes em testes de progênes, permite uma minuciosa avaliação dos parâmetros genéticos e da estrutura genética das populações (Shimizu et al., 1982).

O teste de progênes é uma ferramenta essencial para o trabalho do melhorista. Este tem sido a base na estimativa de parâmetros genéticos e seleção de indivíduos, na busca em analisar a grandeza e a natureza da variância genética disponível, com o intuito de quantificar e maximizar os ganhos genéticos, empregando modelos de seleção adequados (Costa et al., 2006).

Estudos fenotípicos e genotípicos entre e dentro de populações, para diversos caracteres, são alternativas mais apropriadas quando se deseja quantificar a estrutura genética de determinada espécie, no entanto, essas sementes coletadas de indivíduos ou populações representativas, precisam ser testadas sob condições de laboratório, viveiro ou campo, com os efeitos ambientais controlados, sob delineamentos experimentais apropriados, como acontece nos ensaios de progênes ou procedências (Kageyama e Dias, 1985).

Os testes de progênes possibilitam que amostras representativas de populações, seja de polinização livre ou cruzamentos controlados, possam ser mantidas e a partir da caracterização genética, estar apta ao melhoramento genético. Tais testes são uma alternativa para a conservação genética de populações, pois permitem estimar a estrutura genética, selecionar indivíduos geneticamente superiores como fonte para produção de sementes a partir da transformação em pomares de sementes por mudas ou clonal e além de determinar o valor genotípico para a característica selecionada (Kageyama, 1980; Shimizu et al., 1982).

3.4 Genética quantitativa e parâmetros genéticos

A base para o melhoramento se dá por meio do conhecimento da variabilidade genética existente em uma população, sendo assim a estimativa de parâmetros genéticos se torna essencial uma vez que descrevem o grau de variação entre as progênes, a natureza do controle genético dos caracteres e os ganhos esperados com a seleção (Freitas et al., 2006).

Em estudos de progênes, os parâmetros que são de maior interesse ao melhorista, se destacam as variâncias genéticas, a repetibilidade, o ganho genético e as associações entre os caracteres estudados nas plantas, no estágio juvenil e adultos (Costa, 1999).

A estimativa de parâmetros genéticos auxilia a identificação na natureza da ação dos genes envolvidos no controle de caracteres quantitativos, além de analisar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para a obtenção de ganhos genéticos e a conservação da base genética. Os parâmetros genéticos de maior importância são as variâncias genéticas aditiva e não-aditiva, as correlações e as herdabilidades (Cruz e Carneiro, 2009).

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 e Carneiro, 2009).

3.5 Componentes de variância e herdabilidade

A partir de delineamentos experimentais é possível estimar a variância genotípica tendo como base dados fenotípicos observados, e esses componentes de variância são de grande interesse para o melhoramento genético (Cruz et al., 2014).

A diversidade pode ser medida de duas maneiras, a primeira é a variabilidade genética, que manifesta as diferenças entre os indivíduos de uma mesma espécie ou de uma espécie diferente que resulta na biodiversidade. A outra é peculiar à população, geralmente em Equilíbrio de Hardy-Weinberg é tratada como variância genotípica. Essa expressa a diversidade entre indivíduos de uma população e pode ser abordada no contexto biométrico e subdividida em causas de variação que são, aditiva, dominante e epistática. A variância genotípica pode ser compreendida como o resultado de fatores inerentes à população, como por exemplo, a sua frequência gênica e a ação gênica sobre o caráter estudado. Os valores com base nas médias e nas análises de variância permite atingir estimativas de parâmetros genéticos com o intuito de analisar potencialidades de populações para fins de melhoramento e ainda determinar estratégias eficazes de seleção (Cruz, 2013).

O coeficiente de herdabilidade no sentido amplo é a proporção da variância genética total na variância fenotípica; e o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito é a proporção da variância genética aditiva na variância fenotípica. Este torna-se mais importante para o melhorista devido ao efeito aditivo do gene que será transmitido nas próximas gerações (Borém e Miranda, 2009).

As correlações genéticas apontam os principais fatores que devem ser levados em consideração na seleção, principalmente quando estas são positivas e de alta magnitude. Correlações não significativas indicam a independência entre as características. Correlações negativas e altas prejudicam a seleção simultânea (Shimizu et al., 1982).

3.6 Repetibilidade

Nos ensaios envolvendo genótipos avaliados periodicamente, é possível estimar os coeficientes de repetibilidade das variáveis estudadas, ou seja, a probabilidade de aquele resultado se repetir em avaliações futuras. E também, estimar o número de observações fenotípicas necessárias, de um determinado caráter, que deve ser realizado em cada indivíduo para que a discriminação (ou seleção) entre os genótipos seja feita com certo grau de confiabilidade e com economia de tempo e mão-de-obra (Cruz et al., 2014).

A repetibilidade expressa o valor máximo que a herdabilidade pode atingir, pois expressa a proporção da variância fenotípica, que é atribuída às diferenças genéticas confundidas com os efeitos permanentes que atuam na cultivar ou progênie. Assim, a repetibilidade, à semelhança da herdabilidade, constitui instrumento indispensável para orientar os trabalhos de melhoramento (Cruz et al., 2014).

Estimativas do coeficiente de repetibilidade têm sido utilizadas no estudo de caracteres de várias espécies perenes como guaraná (Nascimento Filho et al. 2009), dendezeiro e caiaué (Chia et al. 2009), pitangueira (Danner et al. 2010), pupunha (Bergo et al. 2013) e laranjeira - doce (Negreiros et al. 2014), Aceroleira (Lopes et al., 2001) auxiliando na definição do número e períodos adequados de avaliação dos genótipos para maior eficiência dos programas de melhoramento. Para a espécie em estudo, não há relatos de pesquisas dessa natureza.

Para o plantio de *O. excelsa* são necessários genótipos selecionados com características silviculturais desejáveis, adaptados e fenotipicamente estáveis. Ao selecionar um genótipo para plantio comercial, espera-se que sua superioridade ou bom desempenho inicial se repita ao longo de seu ciclo de vida produtiva. Tal expectativa poderá ser confirmada a partir da estimativa de coeficientes de repetibilidade para as características de interesse.

3.7 Germinação de sementes

A temperatura atua no processo germinativo, determinando a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes (Bewley e Black, 1994). A germinação compreende um complexo e ordenado conjunto de eventos bioquímicos e fisiológicos, que se iniciam com a absorção de água pelas sementes, que irá desencadear a ativação do metabolismo, culminando com o surgimento do eixo embrionário (Bewley et al., 2013).

A germinação ocorre dentro de determinados limites de temperatura, considerada ideal, aquela que proporciona o máximo de germinação em menor espaço de tempo (Carvalho e Nakagawa, 2012). Entre as diversas espécies existentes, ocorre grande variação quanto a temperatura ideal de germinação de suas sementes, sendo que geralmente, a faixa ideal situa-se entre as temperaturas encontradas na época propícia à emergência natural na região de origem da espécie (Andrade et al., 2000).

Para a maioria das espécies tropicais e subtropicais, as temperaturas entre 20 e 30°C têm sido as mais propícias para a germinação (Silva e Aguiar, 1998). A germinação ocorrerá dentro de determinados limites de temperatura e acima ou abaixo desses limites, ela é dificultada.

A germinação de *O. excelsa* foi descrita por Mendes et al. (2012), como regular do tipo criptocotiledonar hipógea. A plântula apresenta sistema radicular axial; epicótilo herbáceo, cilíndrico, verde, com densos pêlos castanhos; eófilo composto, paripinado, com dois pares de folíolos opostos, ovatos, ápice acuminado, margem inteira e base cordada, prefolheação conduplicada e nervação broquidródoma, verdes, presença de estípulas intercepiolares, verdes, com pêlos semelhantes aos do epicótilo; protofilo, um, simples, semelhante ao eófilo.

Considerando que a temperatura atua diretamente nos processos fisiológicos que culmina à germinação, conhecer a temperatura ótima de germinação da espécie *O. excelsa*, proporcionará ganhos significativos quanto a seleção para o melhoramento, uma vez que será possível extrair o potencial máximo germinativo em curto período de tempo. Além disso, permitirá verificar a variabilidade genética da espécie frente às questões ambientais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material vegetal

As progênies foram obtidas de uma população nativa localizada no município de Autazes no estado do Amazonas nas coordenadas geográficas 3°34'49"S, 59°7'53"W. Foram inventariadas 26 árvores de *O. excelsa* de polinização aberta, com distância mínima de 100 m (cem metros) entre as matrizes. Com o auxílio de uma equipe especializada em coleta de sementes, foram coletados e identificados 400 frutos de cada planta matriz.

As avaliações das 26 progênies ocorreram em duas etapas. Quatorze progênies foram avaliadas no período de 23 de junho de 2015 a 17 de julho de 2015, enquanto 12 doze progênies foram avaliadas entre 09 de agosto de 2016 a 26 de agosto de 2016. Todas as progênies foram avaliadas em um período de 50 dias em ambientes com temperaturas de 30 °C e 35 °C.

As sementes foram beneficiadas e armazenadas no Laboratório do Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). O processo de beneficiamento consistiu na retirada das sementes de dentro dos frutos. Posteriormente, as sementes passaram por secagem natural e foram armazenadas em sacos plásticos selados com suas respectivas identificações e acondicionadas em câmara fria a 18 °C.

4.2 Instalação e condução dos experimentos de germinação

O teste de germinação foi conduzido no Laboratório de análise de sementes florestais do Centro de Sementes Nativas do Amazonas, em dois experimentos, em câmara de germinação tipo BOD. No primeiro experimento utilizou-se a temperatura de 30 °C (Ambiente 1) e, no segundo, a temperatura de 35 °C (Ambiente 2). Cada experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado, contendo 26 progênies de meios-irmãos, 4 repetições, e 25 sementes por parcela, totalizando 100 sementes por progênie e 2600 sementes analisadas por experimento.

A variação da temperatura nas câmaras BOD foi inferior a ± 2 °C, em um período de 24 horas, conforme recomendações de Brasil (2013). A luz utilizada no teste em laboratório para germinação, é de origem artificial, fluorescente fria e branca como estabelecido pelas Regras de Análise de Semente (Brasil, 2009).

O teor de água foi realizado logo após o recebimento das progênes no laboratório, sendo determinado pelo método de estufa regulada a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, conforme especificado nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Para o processo de germinação separou-se 100 sementes por progênes e foi adotado o tratamento pré-germinativo utilizado no Centro de Sementes Nativas do Amazonas, onde foi realizado o desponte lateral das sementes que consistiu em um pequeno corte na lateral desta ao lado oposto ao hilo, seguindo o que recomenda as RAS (Brasil, 2009). As sementes foram imersas em água destilada por um período de 12 horas para quebra de dormência tegumentar, visando obter uma germinação rápida e uniforme.

A semeadura foi realizada em recipiente plástico tipo “gerbox”, utilizando como substrato vermiculita média umedecida com água destilada. O recipiente foi coberto com plástico transparente para reter a umidade do substrato. Realizou-se diariamente o monitoramento da protrusão da radícula até a formação de plântulas, sendo contabilizados o tempo que cada progênie levou para emitir radícula e formar plântula. O substrato foi umedecido diariamente utilizando 200 ml para cada repetição.

De modo geral a primeira contagem de germinação foi realizada 3 dias após a semeadura e a primeira contagem de plântula, ocorreu 11 dias após a emissão de radícula.

Após a obtenção das plântulas em laboratório, estas foram retiradas da câmara de germinação e transferidas para a área de beneficiamento, coberta na parte superior do CSNAM por um período de 5 dias, sendo feito regularmente o umedecimento do substrato. As plântulas permaneceram em ambiente protegido até adquirirem porte ideal para serem transportadas, considerado como critério para serem repicadas o estágio de 2 a 4 pares de folhas, o que ocorreu de modo geral, 18 dias após a germinação.

4.3 Caracteres avaliados

As sementes de *O. excelsa* foram avaliadas pelos seguintes testes:

- a) Porcentagem de Germinação (PG) – correspondeu à porcentagem de sementes germinadas até o término do experimento no 50º 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). Foi realizado o monitoramento da germinação até a formação de plântulas.

- b) 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. Dado pela fórmula $IVG = \sum(n_i/t_i)$, em que, n_i é o número de sementes germinadas em cada contagem e t_i é o número de dias da semeadura e a i -ésima contagem (Maguire, 1962).
- c) O índice de sincronização de germinação (ISG) - foi determinado segundo Labouriau e Agudo (1987).
- d) Tempo Médio de germinação (TMG) - obtido por meio de contagens diárias das sementes germinadas até o fim do experimento e calculado através da fórmula abaixo, proposta por Labouriau (1983), sendo os resultados expressos em dias.

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

Em que:

TMG = tempo médio de emergência (dias),

n_i = número de sementes emergidas no intervalo entre cada contagem;

t_i = tempo decorrido entre o início da emergência e a i -ésima contagem.

- e) Análise biométrica – utilizando um paquímetro digital de precisão de 0.001, trinta sementes por progênes foram mensuradas com base no seu comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm). Após isso foram pesadas em balança analítica de precisão.
- f) Teor de água das sementes – Foi realizado pelo método da estufa a $105^\circ \pm 3^\circ \text{C}$, a fim de determinar o percentual de água das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

4.4 Crescimento das mudas

O monitoramento do crescimento inicial das mudas foi realizado na área de produção de mudas do Centro de Projetos e Estudos Ambientais do Amazonas (CEPEAM), da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Dr. Daisaku Ikeda, localizada no bairro Colônia Antônio Aleixo, zona leste da cidade de Manaus. O clima da região é considerado tropical úmido de monções, tipo Am segundo Köppen. A temperatura

média compensada anual é de 26,7 °C e umidade do ar relativamente elevada durante o ano, com médias mensais entre 79% e 88%. O índice pluviométrico é elevado, em torno de 2300 mm.

As progênies submetidas à temperatura de 35 °C que apresentaram formação de plântulas superiores a 50% foram levadas à área de produção de mudas do CEPEAM (viveiro aberto), para o monitoramento do crescimento das mudas sob condições climáticas intrínsecas do local. Foram transferidas 22 progênies, pois quatro progênies não alcançaram número suficiente de plântulas.

O recipiente utilizado para a produção das mudas, foi embalagem plástica de dimensões 20 x 26 x 0,20 cm, contendo como substrato uma mistura de terra preta, argila, areia e material decomposto. Foram transplantadas para os sacos plásticos 50 mudas de cada progênie, totalizando 1.100 mudas. A irrigação foi feita diariamente e a retirada de plantas daninhas foi feita manualmente quando necessário.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, 22 progênies, em 5 repetições, 10 mudas por parcela. As mudas foram monitoradas até aos 70 dias após a repicagem (DAR). As variáveis mensuradas foram:

- a) Altura da Parte Aérea (APA), foi obtida com o auxílio de uma régua, cada muda foi mensurada da base à gema apical (cm);
- b) Diâmetro do Coleto (DC) (mm), o coleto das mudas foi mensurado por meio de um paquímetro de precisão de 0,1 mm;
- c) Número de Folhas (NF), obtido através da contagem direta das folhas.

4.5 Análises estatísticas

4.5.1 Análise de normalidade

Os dados obtidos para os caracteres avaliados foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Lilliefors) e após este teste foram transformados segundo a expressão proposta por Snedecor (1945).

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

4.5.2 Análise de variância e teste de médias

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Foram estimados os parâmetros genéticos Variância fenotípica, Variância ambiental, Variância genotípica, Herdabilidade (%), Coeficiente de variação genético – CVg (%) e a razão entre o Coeficiente de variação genético – CVg (%) e Coeficiente de variação ambiental – CVe, para os caracteres: Porcentagem de germinação (PG), Tempo médio de germinação (TMG), Índice de sincronização (ISG) e Índice de velocidade de germinação (IVG).

O esquema da análise de variância individual é apresentado na Tabela 1, conforme o modelo estatístico:

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

Em que:

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 1. Esquema resumido da análise de variância dos dados de germinação de *Ormosia excelsa*.

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.

O esquema de análise de variância conjunta é apresentado na Tabela 2, seguindo o modelo estatístico:

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

Em que:

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 2. Esquema resumido da análise de variância conjunta dos dados de germinação de *Ormosia excelsa*.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	F	E(QM)
Genótipo	g-1	QMG	QMG/QMGA	$\sigma^2 + r\sigma_{ga}^2 + a\sigma_g^2$
Ambiente	a-1	QMA	QMA/QMGA	$\sigma^2 + r\sigma_{ga}^2 + g\sigma_a^2$
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.

4.5.3 Estimativa dos parâmetros genéticos

Os parâmetros genéticos estimados a partir da análise de variância individual tiveram por base as expressões:

a) Componente de variância fenotípica

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

b) Componente de variância ambiental

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

c) Componente de variância genotípica

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

d) Herdabilidade no sentido amplo (%)

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

e) Coeficiente de variação genético

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

f) Razão entre CVg e CVe

$$\text{Razão} = \frac{CVg}{CVe}$$

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

a) Componente de variância genotípica

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

b) Componente de variância genótipos x ambientes

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

c) Variância Residual

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

d) Herdabilidade (%)

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

4.5.4 Correlações genéticas

As correlações fenotípicas e genotípicas foram calculadas de acordo com as seguintes fórmulas:

a) Correlações fenotípicas (rf)

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

Em que:

PMP_{xy} = produto médio das progênies;

QMP_x = quadrado médio do caráter x das progênies;

QMP_y = quadrado médio do caráter y das progênies.

b) Correlações genotípicas (rg):

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

Em que:

$$\hat{\sigma}_{gxy}^2 = \frac{PMT_{XY} - PMR_{XY}}{r}; \hat{\sigma}_{gx}^2 = \frac{QMT_x - QMR_x}{r}; \hat{\sigma}_{gy}^2 = \frac{QMT_y - QMR_y}{r}$$

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.

4.5.5 Estratégias e ganho de seleção

O ganho de seleção (GS) das progênes superiores para cada caractere avaliado foi obtido por meio 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 progênes selecionadas;

Y_0 = média da população original.

A partir da estimativa desses parâmetros foi possível selecionar as melhores progênes. Todas as análises foram realizadas utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística, Programa GENES, versão 6.1, da Universidade Federal de Viçosa – UFV (Cruz, 2013).

4.5.6 Repetibilidade

Os coeficientes de repetibilidade (r) foram estimados por meio dos métodos análise de variância (ANOVA); componentes principais com base nas matrizes de correlação [CP(correl)] e de variâncias e covariâncias fenotípicas [CP(cov)]; e análise estrutural, com base nas matrizes de correlação intraclasse [AE(correl)] e de variâncias e covariâncias [AE(cov)].

Para o método da análise de variância o coeficiente de repetibilidade foi obtido por:

$$\hat{r} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\sigma^2 + \hat{\sigma}_g^2}$$

em que, $\hat{\sigma}_g^2$ é a variância genotípica e σ^2 é a variância residual.

Pelo método CPcor, utilizou-se o estimador do coeficiente de repetibilidade (\hat{r}) proposto por Rutledge (1974), que é dado por:

$$\hat{r} = \frac{\hat{\lambda}_1 - 1}{n - 1}$$

em que, $\hat{\lambda}_1$ é o autovalor da matriz de correlação paramétrica entre os genótipos em cada par de medições (n).

Para o método CPcov, o estimador do coeficiente de repetibilidade é obtido por:

$$\hat{r} = \frac{\hat{\lambda}_1 - \hat{\sigma}_Y^2}{\hat{\sigma}_Y^2 (n - 1)}$$

sendo, $\hat{\lambda}_1$ o autovalor obtido da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas associado ao autovetor cujos elementos têm o mesmo sinal e magnitudes semelhantes e $\hat{\sigma}_Y^2$ a variância fenotípica.

Mansour et al. (1981), propuseram o método da análise estrutural para estimar o coeficiente de repetibilidade, da qual apresenta diferenças conceituais em relação aos métodos baseados nos componentes principais. Neste método, considera-se R a matriz paramétrica de correlações entre os genótipos em cada par de avaliação e \hat{R} o seu estimador. Um estimador do coeficiente de repetibilidade com base na análise estrutural é expresso por:

$$\hat{r} = \frac{\alpha' \hat{R} \alpha - 1}{n - 1}$$

em que, α' é o autovetor com elementos paramétricos associados ao maior autovalor da matriz de correlação uniforme R .

O número de medições (n_0) necessárias para prever o valor real das seleções de *Ormosia excelsa*, com probabilidades de 80, 85, 90, 95 e 99% foi calculado segundo Cruz et al. (2014), por meio da seguinte expressão:

$$n_0 = \frac{R^2(1-r)}{(1-R^2)r}$$

em que, n_0 é o número de medições para predição do valor real e r é o coeficiente de repetibilidade obtido.

O coeficiente de determinação genotípica (R^2), que representa a porcentagem de certeza da predição do valor real dos indivíduos selecionados com base em n medições foi obtido pela seguinte expressão:

$$R^2 = \frac{nr(1-r)}{1+r(n-1)},$$

em que, n é o número de medições e r o coeficiente de repetibilidade obtido.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o uso do programa computacional GENES (Cruz, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram consideradas como sementes germinadas àquelas com radícula de 2 mm, (Brasil, 2009). O período médio de germinação no ambiente a 30 °C ocorreu entre 4 a 8 dias após o início do experimento (Figura 3). No ambiente à temperatura de 35 °C, foi observado germinação entre 1 a 7 dias após o início do experimento (Figura 4). Estudando o efeito da temperatura na germinação de sementes de *Cedrela fissilis*, Oliveira e Barbosa (2014) observaram que o melhor tempo de germinação foi na temperatura de 30 °C em torno de 5,8 dias. Para *Parkia gigantocarpa* (Fabaceae), a germinação ocorre entre o segundo e quinto dias após sementeira, sendo que o estágio de plântula completamente formada é alcançado no décimo quinto dia após a sementeira (Ribeiro et al., 2015).

O período para a formação de plântulas de *O. excelsa*, de modo geral compreendeu de 10 a 18 dias após a protrusão da radícula (Figura 3).

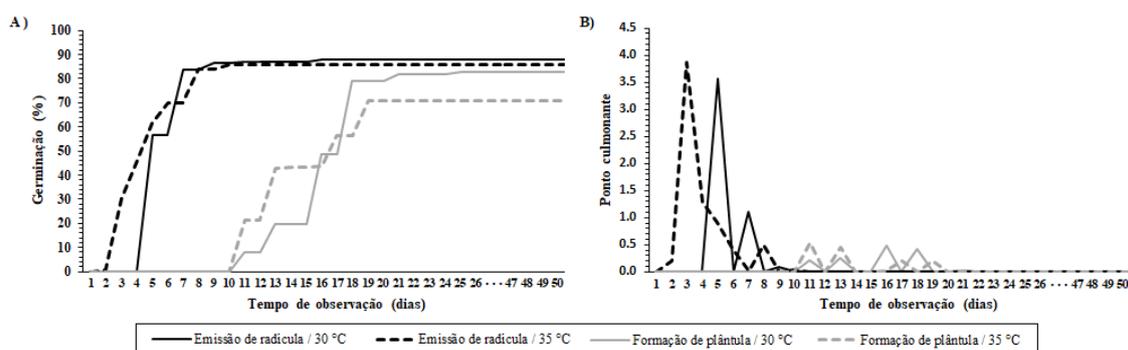


Figura 3. Porcentagem média de germinação (A) e ponto culminante médio de germinação (B) de 26 progênies de *O. excelsa* submetidas às temperaturas de 30 e 35 °C.

As progênies apresentaram em média, teor de água de 17,93% (Figura 4). As sementes podem ser classificadas quanto ao comportamento à tolerância ao dessecamento e armazenamento como sementes ortodoxas, aquelas que conseguem se manter viáveis quando secas a níveis de 5% de teor de água e armazenadas a temperaturas a baixo de 0°C (Roberts, 1973). As sementes recalcitrantes não podem ser desidratadas para teor de umidade abaixo de 25% a 50%, dependendo da espécie, sem perder a viabilidade (Bonner, 1994). E as sementes intermediárias, podem ser desidratadas a teores de água relativamente baixos, mas ainda apresentam longevidade relativamente curta (Ellis et al., 1990; Castro et al., 2004). Verificou-se que a progênie A4 LIMA, apresentou teor de água de 26,97%, valor superior quando comparadas entre si. Além disso foi observado para esta progênie, comportamento diferenciado quanto a sua germinação. No ambiente a 30

°C, constatou-se germinação de 70% com formação de plântulas no 15º dia após a emissão de radícula. No ambiente a 35 °C, verificou-se germinação de 76% e formação de plântulas 10 dias após a protrusão da radícula.

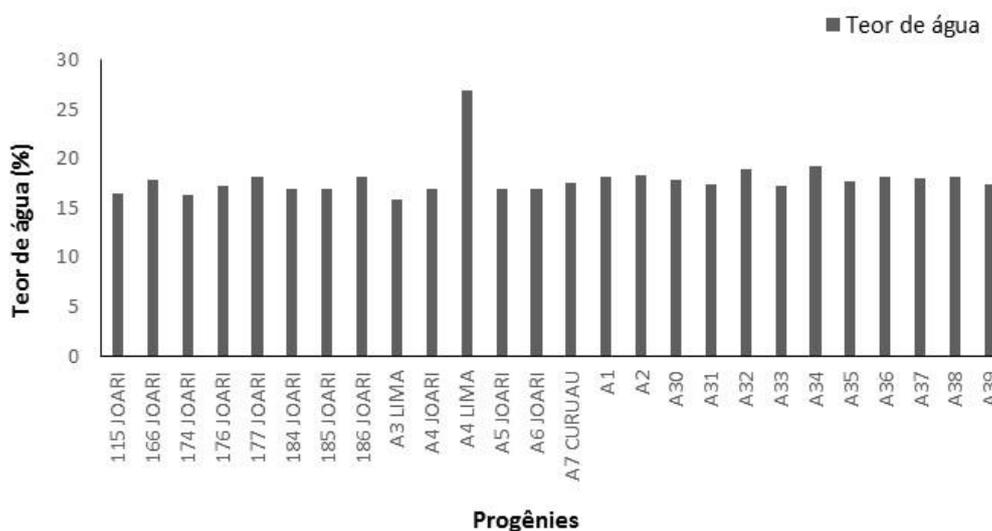


Figura 4. Teor de água inicial das progênies de *Ormosia excelsa*.

Nas análises de variância individual e conjunta dos ambientes, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos genótipos, indicando que as progênies possuem variabilidade genética para os caracteres em estudo (Tabelas 3 e 4). Para as 26 progênies em avaliação, houve 88% de germinação das progênies avaliadas na temperatura de 30 °C e 86,46% de germinação considerando a temperatura de 35 °C (Tabela 3). A espécie em estudo apresenta germinação significativa em temperatura de 30 °C e 35 °C.

Assim como na espécie em estudo ocorre germinação significativa em mais de uma temperatura, outros estudos mostram que algumas espécies florestais apresentam germinação em diferentes temperaturas, tal como constatado nos resultados obtidos por Oliveira e Pereira (2014), onde evidenciaram maior percentagem de germinação das sementes de *Guibourtia hymenaefolia* nas temperaturas de 30 °C (90%), 35 °C (97%) e 25-35 °C (90%), sendo estatisticamente iguais, indicando que estas temperaturas são mais eficazes em promover a germinação. Varella et al. (1999) trabalhando com *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, observaram que as sementes germinaram em uma ampla faixa de temperatura (15 a 35 °C), apresentando melhores índices de germinação também a 30 °C (82%). Oliveira et al. (2012), constataram que a melhor condição para executar o teste de germinação é empregando temperatura constante de 30 °C ou alternada de 20-30 °C, destacando que a temperatura mais elevada (35 °C) é prejudicial para as plântulas de

Sapindus saponaria L., acarretando alta porcentagem de plântulas anormais. Oliveira et al. (2015) em seus resultados, evidenciaram maior porcentagem de germinação para a espécie *Casearia gossypiosperma*, nas temperaturas de 25 e 30 °C, atingindo 83 e 84%, maior velocidade de germinação (10,0 em 25 °C e 10,7 em 30 °C) e comprimento de plântula (10,3 mm em 25 °C e 10,8 mm em 30 °C). Portanto, a faixa de temperatura ótima para a germinação de sementes de pau-de-espeto está entre 25 e 30 °C. No processo de germinação, as sementes de determinadas espécies podem apresentar respostas variadas, quando expostas a diferentes temperaturas (Maciel et al., 2013). Medina (1977) afirma que as sementes que germinam há uma determinada faixa de temperatura, tendem a refletir muitas vezes, a característica térmica do hábitat em que o indivíduo está inserido.

A fim de verificar a temperatura ideal de germinação para espécies florestais e subtropicais, o Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM), determinou para 50 espécies consideradas como prioritárias, temperatura constante de 25 °C para 58% das espécies e 30 °C para 32% das espécies estudadas (Lima Júnior, 2016), espécies estas que não tem faixa de variação de temperatura para germinação, diferindo do estudo realizado em *O. excelsa*.

Matos et al. (2015), estudando a germinação de *Dalbergia nigra*, observaram que a temperatura de 25 °C correspondeu à temperatura ideal de germinação, em contrapartida, na temperatura mais baixa de 5 °C e na mais alta de 45 °C, a germinação foi nula. Houve redução da germinação de sementes de *D. nigra* com o aumento do tempo de exposição das sementes às temperaturas de 5, 15, 35 e 45 °C. O estudo mostra uma temperatura ideal de germinação próxima a de *O. excelsa*.

O Índice de Velocidade de Germinação, foi menor para o ambiente a 30 °C, apresentando o valor médio de 4,78 e Tempo Médio de Germinação de 4,89 (dias). A temperatura de 35 °C proporcionou maior IVG (7,1029) com menor TMG (3,97) (Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Matos et al. (2015), estudando a germinação e o tempo de exposição para a espécie *Dalbergia nigra*, verificou que tanto para germinação quanto para o IVG, sob curtos períodos de tempo, houve aumento do incremento de ambos os parâmetros para a temperatura de 35 °C. Ataíde et al. (2016) verificaram que para a espécie *Melanoxylon brauna*, as temperaturas de 25 e 30 °C proporcionaram 93 e 95% de germinação, respectivamente e, o IVG foi significativamente maior a 30 °C.

Os menores valores de índice de sincronização, que segundo Rickli et al. (2014) representa uma maior sincronia na germinação, foram observados à temperatura de 30 °C

(1,0011), diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 3). Uma única semente germinada em um dia pode afetar a sincronia de germinação em toda uma amostra (Santana e Ranal, 2000). Rickli et al. (2014) estudando a germinação de sementes de *Vochysia bifalcata* em diferentes substratos e temperaturas, também verificaram maior sincronização de germinação à temperatura de 30 °C (0,3182) e menor sincronia de germinação à temperatura de 25 °C. Quanto menor o índice, maior a sincronia na germinação.

Devido a respostas diferenciadas que uma espécie pode apresentar quanto aos fatores água, luz, temperatura, oxigênio e ocorrência de agentes patogênicos, conhecer as condições adequadas para a germinação das sementes, se faz necessário (Carvalho e Nakagawa, 2012). Além disso, a influência da temperatura tende a acelerar ou retardar o processo de germinação, com isso utilizando a temperatura ótima para cada espécie, garante uma germinação uniforme em um menor intervalo de tempo.

Na análise conjunta (Tabela 4), 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 progênes, indicando respostas diferenciadas das progênes em cada ambiente. De modo geral, o experimento com 35 °C proporcionou os melhores resultados para as características avaliadas. 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, 2012).

O maior coeficiente de variação foi obtido para o caráter índice de sincronização de germinação nas avaliações em ambos os ambientes (Tabela 3). Em estudos com sementes de *Vochysia bifalcata*, Rickli et al. (2014) encontraram valores de coeficientes de variação de 31,83 para ISG, o que indica que este caráter pode não ser muito preciso. O coeficiente de variação dos caracteres em estudo apresentou menores valores no ambiente de 35 °C, obtendo assim maior precisão em comparação com aqueles avaliados em ambiente com 30 °C (Tabela 3). De modo geral, pode-se afirmar que os dois ambientes proporcionaram baixos valores de coeficiente de variação, de acordo com a literatura. Nascimento Júnior (2015), estimando parâmetros genéticos em sementes de *Jacaranda copaia*, obteve menores valores de CV no ambiente a 28 °C, sendo esta a maior temperatura do experimento.

Tabela 3. Quadrados médios e parâmetros genéticos para o teste de germinação (TG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *O. excelsa*, avaliadas em ambientes de 30 e 35 °C.

Fonte de Variação	G L	Quadrados Médios							
		Ambiente de 30 °C				Ambiente de 35 °C			
		TG	TMG	ISG	IVG	TG	TMG	ISG	IVG
Genótipo	25	0,129**	0,756* *	0,120* *	1,415* *	0,143**	9,673* *	0,488* *	34,313* *
Resíduo	78	0,017	0,186	0,042	0,173	0,015	0,137	0,048	0,538
Parâmetros genéticos									
Média ¹		1,276 (88,00)	4,895	1,001	4,776	1,249 (86,46)	3,972	1,454	7,103
CVe (%) ²		10,320	8,800	20,410	8,700	9,760	9,330	14,990	10,330
Var. Fenotípica		0,032	0,189	0,030	0,354	0,036	2,418	0,122	8,578
Var. Ambiental		0,004	0,046	0,010	0,043	0,004	0,030	0,012	0,135
Var. Genotípica		0,028	0,143	0,020	0,311	0,032	2,384	0,110	8,444
Herdabilidade (%)		86,550	75,420	65,070	87,790	89,570	98,580	90,260	98,430
CVg (%) ³		13,093	7,711	13,932	11,668	14,305	38,869	22,822	40,910
CVg/CVe ⁴		1,268	0,876	0,683	1,341	1,465	4,170	1,522	3,960

** * $p < 0,01$, $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F. ¹Média dos dados de TG transformados (arcoseno da raiz de $x/100$) e original em porcentagem; ²Coefficiente de variação experimental; ³Coefficiente de variação genético; ⁴Razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental.

Verificou-se pela análise de variância conjunta (Tabela 4) que a germinação média das progênes foi de 90,77%, não havendo diferença estatística pelo teste F entre os dois ambientes avaliados. Adicionalmente, verificou-se para todos os caracteres que 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 foram efetuadas para cada ambiente.

Tabela 4. Quadrados médios e parâmetros genéticos para o (TG), ((TMG), (ISG) e (IVG) em sementes de *O. excelsa*, estimados a partir da análise conjunta dos ambientes de 30 e 35 °C.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		TG	TMG	ISG	IVG
Genótipo (G)	25	0,238**	4,672 ^{ns}	0,1945 ^{ns}	21,282 ^{ns}
Ambiente (A)	1	0,039 ^{ns}	44,246*	10,675**	281,565**
GxA ¹	25	0,034**	5,757**	0,413**	14,446**
Resíduo	156	0,016	0,162	0,045	0,356
Parâmetros genéticos					
Média ²		1,262 (87,23)	4,434	1,228	5,939
CVe (%) ³		10,050	9,070	17,210	10,040
Var. Genotípica		0,026	0,000	0,000	0,855
Componente de variância GxA		0,004	1,399	0,092	3,523
Var. residual		0,016	0,162	0,045	0,356
Herdabilidade (%)		85,940	0,000	0,000	32,120
CVg (%) ⁴		12,667	0,000	0,000	15,562
CVg/CVe ⁵		1,260	0,000	0,000	1,550

^{ns} ** * não significativo, $p < 0,01$, $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F. ¹interação genótipos x ambientes; ²Média dos dados de TG transformados (arcoseno da raiz de $x/100$) e original em porcentagem; ³Coefficiente de variação experimental; ⁴Coefficiente de variação genético; ⁵Razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental. *Teste de germinação (TG), Tempo médio de germinação (TMG), Índice de sincronização de germinação (ISG) e Índice de velocidade de germinação (IVG).

As estimativas de herdabilidade na análise conjunta (Tabela 4) foram inferiores às obtidas nas análises individuais (Tabela 3). A seleção para tais características tende a ser

mais eficiente quando praticadas em cada ambiente. De modo geral, os caracteres apresentaram alta herdabilidade ($>70\%$), sendo esta uma condição favorável à seleção. Os valores no sentido amplo oscilaram de 65,07 a 87,79% para o ambiente de 30 °C e de 89,57 a 98,58% para 35 °C. Altos valores de herdabilidade sugerem grandes possibilidades de ganho genético, tendo em vista que o progresso esperado com a seleção depende da herdabilidade, da intensidade de seleção e do desvio padrão fenotípico do caráter.

Considerado um dos mais relevantes parâmetros genéticos, o coeficiente de herdabilidade, transmite quanto da variância fenotípica é de origem genética (Falconer e Mackay, 1997). Esses valores, variam de acordo com os caracteres, o método de estimação, a variabilidade genética da população, os níveis de endogamia da população, o tamanho da amostra, os tipos de ambientes avaliados, a unidade experimental, bem como a precisão na condução do experimento e da coleta de dados (Borém e Miranda, 2009).

A quantidade de variação genética existente entre os genótipos, são detectadas por meio das estimativas do CVg, sendo esta uma ferramenta imprescindível para a estrutura genética de populações (Ferrão et al., 2008). Com isso, é possível, confirmar a presença de variabilidade genética entre as progênies.

O coeficiente de variação genético (CVg) variou de 7,71 a 13,93% à temperatura 30 °C (Tabela 3) e variou de 14,31 a 40,91 no ambiente de 35 °C (Tabela 3). Contudo, verificou-se maior coeficiente de variação genético (13,93%) para o (ISG) no ambiente de 30 °C e 40,91% para o IVG no ambiente à 35 °C. A razão entre CVg / CV assumiu valores superiores à unidade (variou de 1,47 a 4,17) no ambiente a 35 °C, em relação a todos os caracteres, valores considerados ideais para a seleção (Cruz e Carneiro, 2014). Deste modo, a variação genética das progênies pôde ser confirmada, existindo a possibilidade de ganhos expressivos no processo de produção de mudas da espécie.

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 30 e 35 °C, correlações genotípicas positivas de alta magnitude foram estimadas entre alguns caracteres em estudo (Tabela 5). Entretanto, correlações

genotípicas negativas foram obtidas para TMG (tabela 5), o que provoca uma redução desejável no tempo médio de germinação com a seleção direta nas demais.

Tabela 5. Correlações fenotípicas (rF) e genotípicas (rG) entre o (TG), (TMG), (ISG) e (IVG) em sementes de 26 progênies de *O. excelsa*, avaliadas em ambientes de 30 e 35 °C.

Caracteres	r	Ambiente de 30 °C			Ambiente de 35 °C		
		TMG	ISG	IVG	TMG	ISG	IVG
TG	F	-0,196	-0,001	0,917	-0,477	-0,300	0,645
	G	-0,302	-0,021	0,950	-0,502	-0,348	0,658
TMG	F		0,789	-0,490		0,339	-0,936
	G		0,818	-0,529		0,369	-0,940
ISG	F			-0,234			-0,406
	G			-0,201			-0,438

*Teste de germinação (TG), Tempo médio de germinação (TMG), Índice de sincronização de germinação (ISG) e Índice de velocidade de germinação (IVG).

Os maiores valores de correlação genética foram estimados entre os caracteres TG e IVG ($r= 0,9495$) e TMG e ISG ($r= 0,8178$) em ambiente de 30 °C. No ambiente de 35 °C foram observados os maiores valores para os caracteres TG e IVG ($r= 0,6577$) e TMG e IVG ($r= -0,94$). Este fato torna o processo seletivo mais simples, haja vista que aumentos em um caráter tendem a ser acompanhados de aumentos em outros 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 ambientes (Tabela 5).

Uma vez que houve interação genótipo e ambiente, foi realizado o teste de Scott Knot para as médias dos tratamentos em cada ambiente. O teste de médias mostrou diferenças significativas entre as matrizes para todos os caracteres avaliados. A resposta das progênies em cada ambiente foi diferenciada, por exemplo, os maiores valores de IVG no ambiente de 30 °C foram observados nas progênies 1, 9 e 10. Entretanto, no ambiente a 35 °C as progênies com melhores desempenho foram 5, 12 e 10 respectivamente (Tabela 6 e 7). Isto indica que a resposta germinativa nessas progênies é mais rápida em relação às demais em cada ambiente. 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 6. Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de *Ormosia excelsa* obtidas pelos (TG), (TMG), (ISG) e (IVG), avaliados em ambiente de 30 °C.

Matrizes	Variáveis analisadas ¹			
	TG ²	TMG	ISG	IVG
Matriz 1	1,521 a	4,772 c	1,001 b	5,417 a
Matriz 2	1,154 b	6,604 a	1,430 a	3,817 d

Matriz 3	1,251 b	4,647 c	0,946 b	5,042 b
Matriz 4	1,325 a	4,803 c	1,165 a	5,088 b
Matriz 5	1,268 b	4,818 c	1,072 a	4,813 b
Matriz 6	1,219 b	4,813 c	1,118 a	4,806 b
Matriz 7	1,521 a	4,772 c	1,001 b	5,417 a
Matriz 8	1,521 a	4,827 c	0,941 b	5,333 a
Matriz 9	1,571 a	4,780 c	1,118 a	5,542 a
Matriz 10	1,449 a	4,520 c	0,843 b	5,552 a
Matriz 11	1,001 c	5,716 b	1,342 a	3,546 d
Matriz 12	1,360 a	4,977 c	1,150 a	5,071 b
Matriz 13	1,234 b	5,105 c	1,177 a	4,635 c
Matriz 14	1,360 a	5,079 c	1,198 a	5,015 b
Matriz 15	1,432 a	5,126 c	0,964 b	4,875 b
Matriz 16	1,141 b	4,824 c	0,986 b	4,417 c
Matriz 17	1,207 b	4,607 c	0,774 b	4,813 b
Matriz 18	1,521 a	4,767 c	0,951 b	5,396 a
Matriz 19	1,167 b	4,818 c	0,918 b	4,521 c
Matriz 20	1,420 a	4,513 c	0,757 b	5,542 a
Matriz 21	1,120 b	4,620 c	0,877 b	4,542 c
Matriz 22	1,132 b	4,407 c	0,740 b	4,708 b
Matriz 23	1,021 c	4,821 c	0,937 b	3,875 d
Matriz 24	0,929 c	4,568 c	0,845 b	3,625 d
Matriz 25	1,194 b	4,872 c	0,942 b	4,583 c
Matriz 26	1,136 b	5,087 c	0,837 b	4,188 c
Média ²	1,276 (88,00)	4,895	1,001	4,776
CV (%) ³	10,320	8,800	20,410	8,700

¹Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott, a 5% de probabilidade; ²Média dos dados do TG transformada (arcoseno da raiz de x/100) e original em porcentagem; ³Coefficiente de variação experimental. **Teste de germinação (TG)*, *Tempo médio de germinação (TMG)*, *Índice de sincronização de germinação (ISG)* e *Índice de velocidade de germinação (IVG)*.

Tabela 7. Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de *Ormosia excelsa* obtidas pelos testes (TG), (TMG), (ISG) e (IVG), avaliados em ambiente de 35 °C.

Matrizes	Variáveis analisadas ¹			
	TG ²	TMG	ISG	IVG
Matriz 1	1,411 a	3,326 e	1,367 c	7,646 d
Matriz 2	0,996 c	2,857 e	1,373 c	6,479 e
Matriz 3	1,339 b	2,877 e	1,519 b	8,729 d
Matriz 4	1,272 b	2,658 f	1,399 c	9,146 c
Matriz 5	1,367 b	2,059 f	1,456 b	13,167 a
Matriz 6	1,293 b	2,353 f	0,947 d	10,375 b
Matriz 7	1,432 a	2,916 e	1,490 b	8,875 d
Matriz 8	1,348 b	2,547 f	1,226 c	9,854 c
Matriz 9	1,398 a	2,468 f	1,206 c	10,292 b
Matriz 10	1,521 a	2,506 f	1,284 c	10,542 b
Matriz 11	1,060 c	3,027 e	1,549 b	6,854 e
Matriz 12	1,521 a	2,283 f	0,901 d	11,271 b

Matriz 13	1,267 b	2,405 f	0,944 d	9,833 c
Matriz 14	1,279 b	2,894 e	1,398 c	8,417 d
Matriz 15	1,571 a	6,340 a	0,997 d	4,289 g
Matriz 16	1,086 c	4,747 d	1,928 a	4,856 g
Matriz 17	1,302 b	4,777 d	1,849 a	5,595 f
Matriz 18	1,398 a	5,096 c	1,791 a	5,705 f
Matriz 19	1,236 b	5,823 b	1,618 b	4,171 g
Matriz 20	1,272 b	4,339 d	1,964 a	6,505 e
Matriz 21	0,972 c	5,167 c	1,933 a	3,846 g
Matriz 22	1,045 c	5,808 b	1,665 b	3,726 g
Matriz 23	0,995 c	6,760 a	1,557 b	3,098 h
Matriz 24	1,166 c	5,183 c	1,911 a	4,710 g
Matriz 25	0,887 c	6,513 a	0,769 d	2,338 h
Matriz 26	1,029 c	5,550 c	1,768 a	4,358 g
Média ²	1,249 (86,46)	3,972	1,454	7,103
CV (%) ³	9,76	9,33	14,99	10,33

¹Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott, a 5% de probabilidade; ²Média dos dados do TG transformada (arcoseno da raiz de x/100) e original em porcentagem; ³Coefficiente de variação experimental. **Teste de germinação (TG)*, *Tempo médio de germinação (TMG)*, *Índice de sincronização de germinação (ISG)* e *Índice de velocidade de germinação (IVG)*.

Os ganhos de seleção estimados com a seleção direta (Tabela 8) para os caracteres de interesse foram maiores no ambiente de 30 °C (Tabela 8), oscilando entre -5,73 e 17,28%. Foi possível obter ganhos satisfatórios em todos os caracteres avaliados, com ganhos mais expressivos sendo estimados para os caracteres TG (17,28%) e ISG (16,98%). Em estudo desenvolvido por Silva et al. (2009), foram estimados ganhos genéticos de 34,76% para TG e 12,7% para TMG em espécies do gênero *Oenocarpus* sp, usando pressão de seleção de 10%.

Na seleção direta considerando a germinação e o menor TMG, as progênies 9, 1, 7, 8, 18 e 22, 20, 10, 24, e 17 respectivamente, se apresentaram como superiores no ambiente de 30 °C. Se utilizadas como matrizes para compor lotes de sementes, é esperado que estas germinem rápido e uniformemente, resultando em menor tempo no viveiro e mudas uniformes, diminuindo custos e facilitando o calendário dos plantios em *O. excelsa*.

Em estudo com *Jacaranda copaia*, Nascimento Júnior (2015), verificou ganhos significativos com a seleção direta, no ambiente à 25 °C para o caractere IVG (71,42%) e no ambiente à 28 °C também para o IVG (41,11%).

Tabela 8. Estimativas de ganho genético e identificação das progênies selecionadas por seleção direta e indireta para o (TG), (TMG), (ISG) e (IVG) em sementes de *O. excelsa*, avaliadas em ambientes de 30 e 35 °C.

Caracteres	Ambientes	GS (%)	Ganho de seleção indireto (%)	Progênies selecionadas
------------	-----------	--------	-------------------------------	------------------------

		Seleção Direta	TG	TMG	ISG	IVG	
TG	30 °C	17,28	---	-1,72	0,08	11,85	9; 1; 7; 8; 18
	35 °C	15,21	---	-0,74	-2,7	0,72	15; 10; 12; 7; 1
TMG	30 °C	-5,73	-3,30	---	-13,61	1,32	22; 20; 10; 24; 17
	35 °C	-2,46	7,58	---	-3,98	1,98	5; 12; 6; 13; 9
ISG	30 °C	-13,72	-0,49	-4,13	---	3,39	22; 20; 17; 26; 10
	35 °C	-5,95	3,72	0,01	---	0,26	25; 12; 13; 6; 15
IVG	30 °C	13,19	14,94	-3,44	-3,71	---	10; 9; 20; 1; 7
	35 °C	2,05	10,76	-2,43	-3,24	---	5; 12; 10; 6; 9

**Teste de germinação (TG), Tempo médio de germinação (TMG), Índice de sincronização de germinação (ISG) e Índice de velocidade de germinação (IVG).*

Devido à presença de correlações altas e favoráveis entre os caracteres, é importante destacar que a seleção direta em qualquer dos caracteres avaliados permitiria obter ganhos indiretos satisfatórios em todas as demais variáveis, sendo este procedimento eficiente no sentido de proporcionar uma distribuição de ganhos esperados adequado aos propósitos do presente trabalho, como a maior porcentagem de germinação e redução do tempo médio de germinação.

Considerando o ganho com a seleção direta, as progênies 15, 10, 12, 7, 1 e 5, 12, 6, 13, e 9 respectivamente, se apresentaram como superiores no ambiente de 35 °C para os caracteres Teste de Germinação e Tempo médio de Germinação, sendo indicadas para programas de conservação e produção de mudas com a espécie (Tabela 8). Geralmente, o processo de coleta de sementes não consegue manter a diversidade genética de populações, pois poucos indivíduos são representados nos lotes de sementes coletados, fazendo com que os viveiros florestais produzam grande quantidade de mudas de meio-irmãos, ou seja, provenientes de um mesmo indivíduo (Reis et al., 2003). Assim, a presença de um maior número de matrizes superiores irá garantir o acúmulo de alelos favoráveis ligados a caracteres de germinação, aliada a presença de alta variabilidade genética em populações de *O. excelsa*.

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 9), foi detectada diferença estatística ($P < 0,01$) entre os materiais genéticos, para todos os caracteres biométricos avaliados, evidenciando a existência de variabilidade genética entre as progênies. As estimativas de herdabilidade foram consideradas de alta magnitude (>89%), o que torna viável a seleção de materiais genéticos superiores. A maior variabilidade entre as progênies de *O. excelsa*, foi constatada para comprimento das sementes, com um coeficiente de variação de 13,01% e herdabilidade de 98,38%. No entanto, valores da CVg/CVe foram maiores e superiores a 1 somente para comprimento e largura de sementes, possibilitando ganhos seletivos maiores nestes.

Tabela 9. Resumo da análise de variância para o peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 26 genótipos de *Ormosia excelsa*.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Peso Úmido	Comprimento	Largura	Espessura
Genótipo	25	0,650**	116,535**	118,747**	4,262**
Resíduo	754	0,029	1,893	1,992	0,437
Parâmetros genéticos					
Média ¹		1,299	15,536	14,222	7,845
CV (%) ²		13,010	8,860	9,920	8,420
Herdabilidade (%)		95,610	98,380	98,320	89,750
CVg (%) ³		11,080	12,580	13,870	4,550
CVg/CVe ⁴		0,852	1,421	1,398	0,540

** $p < 0,01$, $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F. ¹Média dos dados de TG transformados (arcoseno da raiz de $x/100$) e original em porcentagem; ²Coefficiente de variação experimental; ³Coefficiente de variação genético; ⁴Razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental.

O teste de média referentes ao peso, comprimento, largura e espessura para as sementes de *O. excelsa*, encontram-se na Tabela 10. As sementes não apresentaram uniformidade quanto ao tamanho. O peso variou de 1,1776 a 1,6359, o comprimento variou de 10,69 a 18,46 mm, a largura de 8,07 a 16,37 mm e espessura de 7,18 a 8,61 mm. Resultados semelhantes foram obtidos para a espécie em trabalho de Rodrigues et al. (2012), onde as sementes apresentaram em média, comprimento de 16,74 mm, largura 13,82 mm e espessura de 7,58 mm.

A associação dos fatores ambientais e a composição genética das progênes, provocam variações no comprimento e diâmetro das sementes (Martins et al., 2013). A exposição das plantas à diferentes condições nutricionais, de temperatura, disponibilidade hídrica e agentes dispersores, promovem uma seleção natural que resultam em indivíduos geneticamente adaptados, ressaltando certas características fenotípicas (Botezeli et al., 2012).

Tabela 10. Médias estimadas de dados biométricos obtidos para peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 25 genótipos de *Ormosia excelsa*.

Matrizes	Variáveis analisadas ¹			
	Peso	Comp.	Larg.	Esp.
Matriz 1	1,626 a	18,339 a	15,545 b	7,970 b
Matriz 2	1,191 c	15,671 c	13,844 d	7,924 b
Matriz 3	1,214 c	15,919 c	13,816 d	7,883 b
Matriz 4	1,241 c	14,335 d	16,365 a	8,073 b
Matriz 5	1,199 c	15,466 c	12,885 e	7,767 b
Matriz 6	1,272 b	16,639 b	14,708 c	7,181 d

Matriz 7	1,626 a	18,339 a	15,545 b	7,970 b
Matriz 8	1,257 b	16,813 b	14,297 c	7,580 c
Matriz 9	1,329 b	14,578 d	14,948 c	8,469 a
Matriz 10	1,296 b	14,405 d	14,279 c	8,610 a
Matriz 11	1,245 c	15,986 c	13,958 d	7,799 b
Matriz 12	1,619 a	18,460 a	15,494 b	8,019 b
Matriz 13	1,178 c	15,071 d	14,570 c	7,661 c
Matriz 14	1,213 c	13,948 d	16,323 a	8,118 b
Matriz 15	1,626 a	18,339 a	15,545 b	7,970 b
Matriz 16	1,245 c	15,986 c	13,958 d	7,799 b
Matriz 17	1,272 b	16,639 b	14,708 c	7,181 d
Matriz 18	1,187 c	14,014 d	14,625 c	7,980 b
Matriz 19	1,191 c	15,671 c	13,844 d	7,924 b
Matriz 20	1,329 b	14,578 d	14,948 c	8,469 a
Matriz 21	1,241 c	14,335 d	16,365 a	8,040 b
Matriz 22	1,206 c	10,685 e	8,073 f	7,402 d
Matriz 23	1,272 b	16,639 b	14,708 c	7,181 d
Matriz 24	1,214 c	15,919 c	13,816 d	7,883 b
Matriz 25	1,279 b	16,464 b	14,3823 c	7,785 b
Matriz 26	1,206 c	10,685 e	8,218 f	7,322 d
Média	1,299	15,536	14,222	7,845
CV (%) ²	13,010	8,860	9,920	8,420

¹Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott, a 5% de probabilidade; ²Coefficiente de variação experimental.

Para a seleção de matrizes com caracteres biométricos desejáveis é necessário garantir que estas boas características se repitam ao longo do ciclo de vida da matriz e em futuras gerações. Deste modo, é importante o conhecimento do coeficiente de repetibilidade. Esta expectativa pode ser comprovada pelo coeficiente de repetibilidade da característica avaliada. Este pode ser definido como sendo a correlação entre as medidas de determinado caráter em um mesmo indivíduo, cujas avaliações foram repetidas no tempo ou no espaço. Ela expressa a proporção da variância total que é explicada pelas variações proporcionadas pelo genótipo e pelas alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum (Cruz e Regazzi, 1994).

A estimativa do coeficiente de repetibilidade em nível de média de progênes, com base na avaliação de trinta sementes, para peso úmido, variou de 0,42 (ANOVA) a 0,52 (CPcov); para comprimento de 0,67 (ANOVA) a 0,78 (CPcov); para largura variou de 0,66 (AECov) a 0,76 (CPcov); e para espessura variou de 0,23 (ARcorrel) a 0,36 (CPcorrel) (Tabela 11). Resende (2002) classifica a estimativa do coeficiente de repetibilidade como alta quando $\geq 0,6$, média quando $< 0,6$ e $\geq 0,3$ e baixa quando $< 0,3$.

Assim, o comprimento e a largura das sementes, apresentaram valores altos, enquanto que o peso e a espessura assumiram valores medianos a baixo, respectivamente.

Tabela 11. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade e respectivos coeficientes de determinação (entre parênteses) P (g), CS (mm), LS (mm) e ES (mm), avaliadas em 26 genótipos de *O. excelsa*, considerando 30 avaliações e baseadas em diferentes metodologias¹.

Métodos	Peso Úmido	Comprimento	Largura	Espessura
ANOVA	0,420 (95,61)	0,669 (98,38)	0,661 (98,32)	0,226 (89,75)
CP (cov)	0,520 (97,01)	0,779 (99,06)	0,764 (98,98)	0,275 (91,94)
CP (correl)	0,470 (96,38)	0,713 (98,68)	0,694 (98,55)	0,355 (94,30)
AE (cov)	0,424 (95,66)	0,689 (98,52)	0,659 (98,31)	0,309 (93,05)
AR (correl)	0,429 (95,75)	0,680 (98,45)	0,668 (98,37)	0,226 (89,74)

¹Metodologias de estimação do coeficiente de repetibilidade: ANOVA: Análise de variância com um fator; CP (cov): Componentes principais obtidos da matriz de covariâncias; CP (correl): Componentes principais obtidos da matriz de correlação; AE (correl): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de correlações ou correlação média; e AE (cov): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de covariância. *Peso úmido - P (g), Comprimento da Semente - CS (mm), Largura da Semente - LS (mm) e Espessura da Semente - ES (mm).

As estimativas obtidas pelo método da ANOVA, de modo geral, foram sempre inferiores aos demais métodos. O método dos componentes principais com uso da matriz de covariância obteve as maiores estimativas de repetibilidade. Esse método, permite isolar o efeito da alternância, o que não ocorre na análise de variância, dessa forma o erro experimental fica incluso, elevando o seu valor, subestimando o coeficiente de repetibilidade quando o fator periodicidade ocorre (Abeywardena, 1972; Kendal, 1975; Vasconcellos et al., 1985). Estudos nos quais foram obtidas e comparadas estimativas de repetibilidade de variáveis de plantas perenes pelos diferentes métodos de análise, como em cajá-mirim (Silva et al. 2015), macaúba, (Manfio et al. 2011), pitangueira (Danner et al. 2010), caiaué e o dendezeiro (Chia et al. 2009) e bacuri (Silva et al. 2009), mostraram que as estimativas obtidas pelo método da ANOVA foram sempre inferiores às obtidas pelas demais metodologias.

Os coeficientes de determinação, obtidos a partir das 30 repetições, para os quatro caracteres biométricos, foram superiores a 80%, independente da metodologia utilizada para sua estimação (Tabela 12), demonstrando que a avaliação das características pode ser realizada com alta confiabilidade, no entanto a fim de reduzir custos e tempo, deve-se optar por reduzir o número de avaliações.

O número mínimo de sementes necessárias para predizer o valor real dos genótipos, com 90% de coeficiente de determinação para P, CS, LS e ES será de 9, 3, 3 e 24 para o método de CPCov. Neste estudo, com o coeficiente de determinação de 85%, é possível reduzir o número de avaliações das características PS, CS, LS e ES para 6, 2, 2,

e 15 (Tabela 12). Essas estimativas indicam que com 15 frutos é possível realizar a avaliação das características com boa acurácia. Verificou-se neste estudo, que a redução de 30 sementes para 15, pode ser um procedimento viável, reduzindo o tempo e o número de avaliações necessárias, aliado a uma alta confiabilidade na ocasião de seleção de materiais genéticos superiores.

Tabela 12. Número de avaliações necessárias associada a diferentes coeficientes de determinação (R²), estimado para P (g), CS (mm), LS (mm) e ES (mm), avaliadas em 26 genótipos de *O. excelsa*, considerando 30 avaliações e baseadas em diferentes metodologias¹.

R ²	Peso	Compr.	Larg.	Esp.	R ²	Peso	Compr.	Larg.	Esp.
----- ANOVA -----					----- CP (correl) -----				
0,80	6	2	3	14	0,80	5	2	2	8
0,85	8	3	3	20	0,85	7	3	3	11
0,90	13	5	5	31	0,90	11	4	4	17
0,95	27	10	10	66	0,95	22	8	9	35
0,99	137	50	51	340	0,99	112	40	44	180
----- CP (cov) -----					----- AE (cov) -----				
0,80	4	2	2	11	0,80	6	2	3	9
0,85	6	2	2	15	0,85	8	3	3	13
0,90	9	3	3	24	0,90	13	5	5	21
0,95	18	6	6	51	0,95	26	9	10	43
0,99	92	29	31	261	0,99	135	45	52	222

¹Metodologias de estimação do coeficiente de repetibilidade: ANOVA: Análise de variância com um fator; CP (cov): Componentes principais obtidos da matriz de covariâncias; CP (correl): Componentes principais obtidos da matriz de correlação e AE (cov): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de covariância. *Peso úmido - P (g), Comprimento da Semente - CS (mm), Largura da Semente - LS (mm) e Espessura da Semente - ES (mm).

Vinte e duas progênies submetidas a temperatura de 35 °C e com melhor desempenho na formação de plântulas, foram levadas à área de produção de mudas, totalizando 1.100 mudas, que representa 50 plântulas de cada progênie. A duração da germinação e formação de plântula em laboratório, foi em média de 12 dias.

Aos 65 dias após a semeadura, as mudas apresentavam altura média de 18,62 cm. Houve 100% de sobrevivência das mudas levadas a campo. Verificou-se que as mudas que apresentaram as melhores médias de crescimento, permaneceram assim durante as três avaliações realizadas quinzenalmente (Tabela 13). De acordo com Paiva (2000), a altura ideal para as mudas serem levadas a campo é de 15 a 30 cm. Considerando este parâmetro, as mudas estariam prontas para o plantio. Verificando a influência de diferentes volumes e tipos de recipientes no crescimento inicial de mudas de *Ormosia excelsa*, Tomaz (2014), constatou que as mudas correspondentes ao saco plástico de 2 dm³ (recipiente utilizado também neste experimento), alcançaram a altura média de 28,37 (cm) aos 98 dias após a semeadura.

O diâmetro médio observado foi de 2,85 (mm). O crescimento do diâmetro do coleto está associado com a porcentagem de sobrevivência das mudas no campo, influenciando diretamente no seu crescimento, o mesmo acontece em relação à altura (Carneiro, 1995). De modo geral, as mudas apresentaram desempenho satisfatório com relação às variáveis analisadas, o que corrobora com resultados obtidos por Tomaz (2014).

Tabela 13. Médias estimadas de dados biométricos obtidos para os caracteres altura (mm), diâmetro (mm) e número de folhas avaliados em teste de emergência em campo em 22 progênies de *Ormosia excelsa*.

Matrizes	Variáveis analisadas ¹		
	Altura	Diâmetro	Nº de folhas
Matriz 1	18,474 d	2,615 d	2,560 a
Matriz 2	21,968 b	2,854 c	3,060 a
Matriz 3	21,578 b	2,994 b	2,740 a
Matriz 4	20,250 c	3,053 b	2,420 b
Matriz 5	19,148 d	3,006 b	2,560 a
Matriz 6	20,342 c	3,270 a	1,520 c
Matriz 7	23,408 a	3,301 a	2,960 a
Matriz 8	21,786 b	2,887 c	2,200 b
Matriz 9	24,280 a	3,153 b	2,420 b
Matriz 10	20,798 c	2,713 d	2,760 a
Matriz 11	21,824 b	2,825 c	3,000 a
Matriz 12	22,328 b	3,111 b	2,500 b
Matriz 13	20,652 c	3,064 b	2,820 a
Matriz 14	19,942 c	3,029 b	2,140 b
Matriz 15	15,168 e	2,920 c	2,340 b
Matriz 16	16,242 e	2,992 b	2,620 a
Matriz 17	12,280 f	2,821 c	2,480 b
Matriz 18	15,832 e	2,938 c	2,240 b
Matriz 19	16,024 e	3,112 b	2,340 b
Matriz 20	17,038 e	2,895 c	2,580 a
Matriz 21	14,672 e	2,808 c	2,340 b
Matriz 22	14,950 e	2,945 c	2,200 b
Média	19,045	2,968	2,491
CV (%) ²	21,570	15,220	46,440

¹Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott, a 5% de probabilidade; ²Coefficiente de variação experimental.

A análise de variância para o monitoramento do crescimento das mudas, apresentou efeito significativo ($P < 0,01$) dos genótipos, indicando que as progênies possuem variabilidade genética para os caracteres em estudo (Tabela 14).

O maior coeficiente de variação foi obtido para o caráter número de folhas com 47,40% e o menor para o diâmetro do coleto 15,39 (Tabela 14). O coeficiente de variação genética (CVg) variou de 4,62 (Diâmetro) a 17,52% (Altura) (Tabela 14).

Todos os caracteres apresentaram altos valores de herdabilidade, sendo destacado o parâmetro altura com 99,77%. Indicando a possibilidades de ganhos expressivos com a seleção.

Tabela 14. Quadrados médios e parâmetros genéticos para os caracteres altura (mm), diâmetro (mm) e número de folhas avaliados em teste de emergência em campo em 22 progênes de *Ormosia excelsa*.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Altura	Diâmetro	Nº de folhas
Genótipo (G)	21	1601,072**	3,153**	17,623**
Ambiente (A)	2	267,533**	28,446**	61,629**
GxA ¹	42	3,649 ^{ns}	0,554**	0,806 ^{ns}
Resíduo	3234	15,795	0,192	1,149
Parâmetros genéticos				
Média		18,625	2,848	2,262
CV (%) ²		21,340	15,390	47,400
Var. Genotípica		10,650	0,017	0,112
Componente de variância GxA		-0,243	0,007	-0,007
Var. residual		15,795	0,192	1,149
Herdabilidade (%)		99,770	82,420	95,430
CVg (%) ³		17,522	4,622	14,804
CVg/CVe ⁴		0,821	0,300	0,312

^{ns}: **; * não significativo, $p < 0,01$, $p < 0,05$, respectivamente, pelo teste F. ¹interação genótipos x ambientes; ²Coefficiente de variação experimental; ³Coefficiente de variação genético; ⁴Razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental.

6. CONCLUSÕES

1. As progênes de *O. excelsa* apresentaram alta variabilidade genética para os caracteres de germinação, com possibilidade de seleção de plantas superiores para o sistema de produção de mudas da espécie.
2. As temperaturas de germinação de 30 e 35 °C conduzem a resultados satisfatórios, todavia, estas não influenciam da mesma forma os genótipos na expressão dos caracteres analisados.

3. Quinze sementes são suficientes para a realização das análises biométricas das sementes de *O. excelsa* para acurácia mínima de 85%, podendo-se reduzir o esforço e trabalho na análise de muitas sementes.
4. Altos valores de herdabilidade foram estimados para todos caracteres analisados em ambos ambientes testados, possibilitando ganhos expressivos de acordo com o processo seletivo adotado.
5. A alta correlação genética no sentido favorável para a seleção entre todos os caracteres torna o processo seletivo mais simples.

7. REFERÊNCIAS

ABEYWARDENA, V. 1972. An application of principal component analysis in genetics. *Journal of Genetics*.16: 27-51.

ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, A.U.; ALVES, A.U.; CARDOSO, E.A.; GALINDO, E.A.; BRAGA JUNIOR, J.M. 2007. Germinação e biometria de frutos e sementes de *Bauhinia divaricata* L. Sitientibus. *Série Ciências Biológicas*, 7(3): 193-198.

ANDRADE, A.C.S. de; SOUZA, A.F.; RAMOS, F.N.; PEREIRA, T.S.; CRUZ, A.P. M. 2000. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 35(3):609 – 615.

- ATAÍDE, G.M.; BORGES, E.L.; FILHO, A.T.L. 2016. Alterações Fisiológicas e Biométricas em Sementes de *Melanoxylon brauna* schott Durante a Germinação em Diferentes Temperaturas. *Revista Árvore*, Viçosa, 40(1):71-70.
- BALERONI, C.R.S.; ALVES, P.F.; SANTOS, E.B.R.; CAMBUIM, J.; ANDRADE, J. A.C.; MORAES, M.L.T. 2003. Variação genética em populações naturais de aroeira em dois sistemas de plantio. *Revista do Instituto Florestal*. São Paulo. 15(2): 125-136.
- BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. 2010. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(4): 15-21.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. 1998. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. London: Academic Press.
- BRASIL. 2013. *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de sementes de espécies florestais*. Brasília, p. 1-97.
- BRASIL, 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal. Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 399 p.
- BEHRENS, M.D.; TAPPIN, M.R.R.; FAVORETO, R.; SILVA, V.P.; NAKAMURA, M.J.; BARBOSA, A.P.; SOUZA, L.A.; SIANI, A.C. 2006. Estudo prospectivo de leguminosas da Amazônia Central. II. Composição química dos óleos das sementes. 1(3): 58-64.
- BERGO, C.L.; NEGREIROS, J.R.S.; MIQUELONI, D.P.; LUNZ, A.M.P. 2013. Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em pupunheiras para palmito da raça putumayo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35: 829-836.
- BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H.; NONOGAKI, H. 2013. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. Nova York: Springer, 392p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. 2.ed. New York: Plenum Press, 445p.
- BONNER, F.T.; VOZZO, J.A.; ELAN, W.W; LAND, S.B. 1994. *Tree seed technology training course*. Student outline. Gen. Tech. Rep. SO-107. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 81p.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. 2009. *Melhoramento de Plantas*. Viçosa: UFV, 6. ed. 529p.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A. B. 1993. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). *Sementes Florestais Tropicais*. Brasília: ABRATES, cap.3-6, p. 83-135.

- BOTEZELLI, L. et al. 2012. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (baru). *Revista Cerne*, 6(1): 9-18. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/13-02-20095503v6_n1_artigo%2002.pdf>. Acesso em: jan. 2017.
- CAMPOS FILHO, E.M.C. 2012. *Plante as árvores do Xingu e Araguaia* -- Ed. rev. e ampl -- São Paulo: Instituto Socioambiental, – (Série plante as árvores do Xingu e Araguaia). p.244-245.
- CARDOSO, D.B.O.S.; MEIRELLES, J.E. 2015. *Ormosia* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro* (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB79116>) acesso em abril de 2016.
- CARNEIRO, J.G de A. 1995. Production and quality control of forest seedlings. Curitiba: UFPR / FUPEF, Campos: UENF, 451p.
- CARVALHO, C.A.; SILVA, J.B; ALVES, C.Z. 2016. Envelhecimento acelerado em sementes de mogno. *Revista Ciência agrônômica*. Fortaleza. 47(4): 691-699.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 2012. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 590p.
- CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H.W. M. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, p. 149-162.
- CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. 51-67p.
- CHIA, G.S.; LOPES, R.; CUNHA, R.D.; ROCHA, R.D.; LOPES, M.T.G. 2009. Repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. *Acta Amazonica*, 39: 249-254.
- COSMO, N.L.; NOGUEIRA, A.C.; LIMA, J.G.; KUNIYOSHI, Y. S. 2010. Morfologia de fruto, semente e plântula de *Sebastiania commersoniana*, Euphorbiaceae. *Floresta*, Curitiba, 40(2): 419 – 428.
- COSTA, R.B.; RESENDE, M.D.V. de; GONÇALVES, P.de.S.; REGO, F.L.H.; CONTINI, A.Z.; ROA, R.A.R. 2006. Genetic evaluation of *Hevea brasiliensis*. *Floresta & Ambiente*, (12): 08–14.
- COSTA, R.B. 1999. Métodos de seleção, interação genótipo x ambiente e ganho genético para melhoramento da seringueira no estado de São Paulo. *Tese* (Doutorado-Ciências Florestais) -Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 143f.
- CRUZ, C.D; REGAZZI, A.D.; CARNEIRO, P.C.S. 2014. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético* - 1: 4ª ed. 514. Viçosa, UFV.

- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. 1994. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2. ed. Viçosa: UFV, 390p.
- CRUZ, C.D. 2013. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. 35(3): 271-276.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. 2009. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. (2): Viçosa, UFV.
- DANNER, M.A.; RASEIRA, M.C.B.; SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I.; SCARIOT, S. 2010. Repetibilidade de Caracteres de Fruto em araçazeiro e pitangueira. *Ciência Rural*, 40: 2086-2091.
- ELLIS R.H.; HONG T.D.; ROBERTS, E.H. 1990. An intermediate category of seed storage behavior. 1. Coffee. *Journal of Experimental Botany*, 4: 1167–1174.
- FALCONER, D.S. 1987. *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, 279p.
- FERRÃO, R.G. et al. 2008. Parâmetros genéticos em café conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43: 61-9.
- FERREIRA, L.V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S.S. 2005. O Desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados*, Campinas, 19(53): 1-10.
- FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A.C.S.; VERARDI, C.K.; PINHEIRO, A.N. 2006. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, 18 (n. único):95-102.
- GUERRA, M.E.C. et al. 2006. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae). *Cerne*, Lavras, 12: 322-328.
- GINWAL, H.S.; GERA, M. 2000. Genetic variation in seed germination and growth performance of 12 *Acacia nilotica* provenances in India. *Journal of Tropical Forest Science*, 12(2): 286-97.
- KAGEYAMA, P.Y.; DIAS, I.S. 1985. Aplicación de conceptos genéticos a espécies forestales nativas en Brasil. *Información sobre Recursos Genéticos Forestales* 13: 2-10
- KAGEYAMA, P.Y. 1980. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. *Tese* (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 125p.
- KENDALL, M.G. 1975. *Multivariate analysis*. MacMillan, New York, NY. 210pp.

- LABOURIAU, L.J.; AGUDO, M. 1987. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. II. Light-Temperature interactions: preliminary results. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 59(1/2): 57-69.
- LABOURIAU, L.G. 1983. *A germinação das sementes*. Washington: Secretaria da OEA. 173p.
- LAZAROTO, M. et al. 2013. Qualidade fisiológica e tratamentos de sementes de *Cedrela fissilis* procedentes do sul do Brasil. *Revista Árvore*. 37(2): 201-210.
- LIMA, I.B. 2015. *Ormosia excelsa* (v2) in *Biogeografia da Flora e dos Fungos do Brasil*. INCT Herbário Virtual (<http://biogeo.inct.florabrasil.net/proc/16506>).
- LIMA, C.R. et al. 2011. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, 33(2): 216-222.
- LIMA JÚNIOR, M. de J.V. 2016. Manejo de Sementes para o cultivo de espécies florestais da Amazônia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, p.165.
- LOPES, R.; BRUCKNER, C.H.; CRUZ, C.D.; LOPES, M.T.G.; FREITAS, G.D. 2001. Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36: 507-513.
- MACIEL, C.G.; BOVOLINI, M.P.; FINGER, G.; POLLET, C.S.; MUNIZ, M.F.B. 2013. Avaliação de Temperaturas e Substratos na Germinação de Sementes de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. *Revista Floresta e Ambiente*, 20(1):55-61.
- MAGUIRE, J.D. 1962. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop. Science*, 9(2): 176-177.
- MANFIO, C.E.; MOTOIKE, S.A.; DOS SANTOS, C.E.M.; PIMENTEL, L.D.; de QUEIROZ, V.; SATO, A.Y. 2011. Repetibilidade em características biométricas do fruto de macaúba. *Ciência Rural*, 41(1): 70-76.
- MANSOUR, H.; NORDHEIM, E.V.; RULEDGE, J.J. 1981. Estimators of repeatability. *Theoretical and Applied Genetics*, 60: 151- 156.
- MARTINS C.C.; BOVI, M.L.A.; OLIVEIRA, S.S.C. de; VIEIRA, R.D. 2013. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude provenientes de sementes de diferentes plantas matrizes. *Ciência Rural*, Santa Maria, 43(6): 1006-1011.
- MATOS, C.B.; BORGES, E.E.L.; SILVA, L.J. 2015. Fisiologia da Germinação de Sementes de *Dalbergia nigra* (vell.) allemão ex benth. Sob Diferentes Temperaturas e Tempos de Exposição. *Revista Árvore*, Viçosa, 39(1):115-125.
- MENDES, A.M. da S; ARAUJO, E.O.; MELO, M. da G.G. de.; PINTO, S.F. 2009. 60º Congresso Nacional de Botânica: Morfologia da semente, do processo de germinação e da plântula de *Ormosia excelsa* Spruce ex Benth. (Fabaceae). Feira de Santana, Bahia 28 de junho a 03 de julho.

- NASCIMENTO JUNIOR, L.G.L. do. 2015. Estimativas de Parâmetros Genéticos em Sementes de Jacaranda copaia (Aubl) D. Don. *Dissertação* (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) -Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 58f.
- NASCIMENTO FILHO, F.J.; ATROCH, A.L.; CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. 2009. Repetibilidade da produção de sementes em clones de guaraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44: 605-612.
- NEGREIROS, J.R.S.; ANDRADE NETO, R.C.; MIQUELONI, D.P.; LESSA, L.S. 2014. Estimativa de repetibilidade para caracteres de qualidade de frutos de laranja-doce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49: 40-48.
- NUNES, C.F. et al. 2009. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-manso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(2): 207-10.
- OLIVEIRA, A.K.M.; SOUZA, J.S.; CARVALHO, J.M.B.; SOUZA, S.A. 2015. Germinação de Sementes de Pau-de-espeto (*Casearia gossypiosperma*) em Diferentes Temperaturas. *Revista Floresta*, Curitiba, 45(1):97-106.
- OLIVEIRA, A.K.M.; BARBOSA, L.A. 2014. Efeitos da temperatura na germinação de sementes e na formação de plântulas de *Cedrela fissilis*. *Revista Floresta*, Curitiba, 44(3): 441-450.
- OLIVEIRA, S. A. G.; LOPES, M.T.G, CHAVES, F. C. M, MARTINS, C.C., ALVES, E.U. 2013. Estimation of generic parameters of *Plukenetia volubilis* L. seed germination. *Revista de Ciências Agrárias/ Amazonian Journal of Agricultural and Environment Sciences*. 56: 49-54.
- OLIVEIRA, L.M.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; SILVA, V.D.M.; FERRARI, C.S.; SILVA, G.Z. 2012. Germinação e vigor de sementes de *Sapindus saponaria* L. submetidas a tratamentos pré-germinativos, temperaturas e substratos. *Ciência Rural*, Santa Maria, 42(4):638-644.
- OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. 2005. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert - Leguminosae Caesalpinioideae. *Cerne*, v.11, n.2, p.159-166.
- PAIVA, H. N. 2000. *Forest nurseries*, 2 ed. - Viçosa: UFV.
- PIOVESAN, P.R.R.; ALVES, R.F.; MONTEIRO, A.M.N.; REIS, A.R.S.; SOUZA, D.V. 2013. *64º Congresso Nacional de Botânica*: Morfobiometria de sementes de três espécies de *Ormosia* (Fabaceae). Belo Horizonte, 10-15 de novembro.
- POPINIGIS, F. 1985. *Fisiologia da semente*. Brasília: Agiplan, 289p.
- REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPÍNDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L. L. 2003. Restauração de áreas degradadas a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. *Natureza e Conservação*, 1(1): 28-36.

REFLORA Herbário Virtual. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=2327697>. Acesso em abril de 2016.

RODRIGUES, J.K.; PEREIRA, S.A.; BARBOSA, C.Z. dos R.; MENDONÇA, M.S. de. 2012. *63º Congresso Nacional de Botânica: Botânica frente às mudanças globais. Morfologia da semente de Ormosia excelsa Benth. (Fabaceae – Papilinoideae)*. p.114.

RIBEIRO, J.W.F.; OLIVEIRA, A.K.M.; RODRIGUES, A.P.A.C.; RONDON, E.V. 2015. Germination and Aorphology of Seeds and Seedlings of *Parkia Gigantocarpa* Fabaceae: Mimosoidae *Revista Floresta*, Curitiba, 45(2): 303-314.

RIBEIRO, J.E.L.S.; HOPKINS, M.J.G; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L.H.P.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P.A.C.; PEREIRA, E.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-firma na Amazônia Central*. Manuais: INPA, p. 816.

RICKLI, H.C.; NOGUEIRA, A.C; KOEHLER H.S.; RIBAS, K.C.Z. 2014. Germinação de Sementes de *Vochysia bifalcata* em Diferentes Substratos e Temperaturas. *Revista Floresta*, Curitiba, 44(4): 669-676.

ROBERTS, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*. 1: 499-514.

SANTANA, D. G. de; RANAL, M. A. 2000. Análise estatística na germinação. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campinas, 12 (Edição Especial): 205-237.

SILVA, A.; AGUIAR, I.B. de. 1998. Germinação de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez - Lauraceae) sob condições de luz e temperatura. *Revista Instituto Florestal*, São Paulo, 10(1):17 – 22.

SILVA, C.A.; DETONI, J.L.; COSTA, P.R.; SCHMILDT, O.; ALEXANDRE, R.S.; SCHMILDT, E.R. 2015. Estimativa de repetibilidade em características de cajá-mirim no Norte do Espírito Santo. *Revista Agro@mbiente*, 9: 284-291.

SILVA, D.; BRUNO, F.; IMAKAWA, A.; RAPÔSO, N.; SAMPAIO, P. 2014. *Ormosia excelsa* Benth ssed asepsis for the initiation of na in vitro. *BMC Proceeding* 8(Suppl 4): 133.

SILVA, R.G.; CHAVES, M.C.L.; ARNHOLD, E.; CRUZ, C.D. 2009. Repetibilidade e correlação fenotípicas de caracteres do fruto de bacuri no estado do Maranhão. *Acta Scientiarum Agronomy*, 31: 587-591.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. 2012. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação de famílias de fanerógamas nativa e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. Nova Odessa-SP, Instituto Plantarum, 768p.

SHIMIZU, J.Y.; KAGEYAMA, P.Y.; HIGA, A.R. 1982. *Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais*. Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 34p.

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

TOMAZ, J.S. 2014. Influência de diferentes volumes e tipos de recipientes no crescimento inicial de mudas de *Ormosia excelsa*, Benth. *Monografia* (Graduação em Engenharia florestal) -Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 18f.

V. P.; FERRAZ, I. D. K.; CARNEIRO, N. B. 1999. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. - Bombacaceae) *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 21(2): 170-174.

VASCONCELLOS, M.E.C.; GONÇALVES, P.S.; PAIVA, J.R.; VALOIS, A.C.C. 1985. Métodos de estimação do coeficiente de repetibilidade no melhoramento da seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 20(4): 433-437.