



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS TECNOLÓGICOS E GENÉTICOS DE  
SEMENTES DE *Ormosia discolor* Spruce ex Benth.**

Manaus – Amazonas

2019

HELINARA LAIS VIEIRA CAPUCHO

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS TECNOLÓGICOS E GENÉTICOS  
DE SEMENTES DE *Ormosia discolor* Spruce ex Benth.**

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

**ORIENTADOR:** Ph.D. MANUEL DE JESUS VIEIRA LIMA JÚNIOR

**CO-ORIENTADORA:** Dra. MARIA TERESA GOMES LOPES

Manaus - Amazonas

2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

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

Capucho, Helinara Lais Vieira  
C255e Estimativa de parâmetros tecnológicos e genéticos de sementes  
de *Ormosia discolor* Spruce ex Benth. / Helinara Lais Vieira  
Capucho. 2019  
87 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Manuel de Jesus Vieira Lima Junior.  
Coorientadora: Maria Teresa Gomes Lopes  
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) -  
Universidade Federal do Amazonas.

1. Espécie nativa. 2. Tecnologia de sementes. 3. Teste de  
progênie. 4. Seleção. I. Junior., Manuel de Jesus Vieira Lima II.  
Universidade Federal do Amazonas III. Título


HELINARA LAIS VIEIRA CAPUCHO

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS TECNOLÓGICOS E  
GENÉTICOS DE SEMENTES DE *Ormosia discolor* Spruce ex  
Benth

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

Aprovada em 25 de julho de 2019

BANCA EXAMINADORA

  
Dr. Manuel de Jesus Vieira Lima Junior - Presidente  
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

  
Dr.ª Maria da Glória Gonçalves de Melo - Membro  
Universidade do Estado do Amazonas - UEA

  
Dr. Magno Sávio Ferreira Valente - Membro  
Instituto Federal do Amazonas - IFAM

À mamãe, que caminha sempre ao meu lado

Edite Vieira (*in memorian*)

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

*À Deus;*

*À minha família, em especial meus irmãos, Henrique, Heli e Hadriele pelas palavras de apoio e incentivo. Minha querida prima e irmã de coração Mônica e minha Tia Dina por cuidarem da pessoa mais importante da minha vida durante o mestrado;*

*À minha melhor amiga Ananda Matos pela ajuda em todas as etapas da minha pesquisa e principalmente por estar comigo em todos os momentos alegres e difíceis desde a graduação;*

*Ao meu refúgio de alegria, carinho, amor, fé e paz – Mahya Lameira;*

*À Universidade Federal do Amazonas, em especial ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCIFA), e à Gillieny por todas as orientações repassadas de forma sempre gentil e preocupada;*

*Aos professores do programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCIFA), em especial ao Dr. Marciel José Ferreira por estar sempre disponível as minhas menores dúvidas. És um professor brilhante!*

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

*Aos meus professores orientadores Dr. Manuel de Jesus Vieira Lima Júnior e Dra. Maria Teresa Gomes Lopes pela confiança, apoio e ensinamentos;*

*À Dra. Angela Maria da Silva Mendes pela confiança, orientação, transmissão de conhecimentos e apoio.*

*Ao Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM) por auxiliar na pesquisa em especial ao Sr. Francisco e família por ajudar na coleta de sementes em Autazes e aos estagiários do grupo de pesquisa do centro pelo apoio durante os experimentos;*

*Aos técnicos dos laboratórios de sementes, Rodrigo (in memoriam) e Kemila pelos conhecimentos compartilhados e apoio durante as análises;*

*A todos que contribuíram de qualquer forma para que este trabalho fosse concluído com êxito.*

*AGRADEÇO.*

## RESUMO

*Ormosia discolor* Spruce ex Benth. é uma árvore nativa que ocorre ao norte do estado do Amazonas, conhecida como “tento flamenguista”, apresenta rápido crescimento e capacidade de nodulação, ideal para plantios de reflorestamento. O trabalho teve como objetivo estimar parâmetros tecnológico e genéticos em uma população nativa de *O. discolor*. Foram inventariadas 20 progênies no município de Autazes, AM sendo estimados dados de altura, DAP e diâmetro da copa. Os parâmetros tecnológicos avaliados foram, determinação do teor de água, biometria e peso de mil sementes. Para as estimativas de vigor, classificação quanto ao armazenamento e determinação de parâmetros genéticos em caracteres de germinação foram realizados três experimentos no laboratório do Centro de Sementes Nativas do Amazonas. O experimento 1, foi realizado em câmara de germinação à temperatura constante de 30 °C. No experimento 2, as sementes foram submetidas à temperatura constante de 35 °C. No experimento 3, após 5 meses de congelamento as sementes foram submetidas à temperatura constante de 30 °C. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, constituído de 20 progênies, 4 repetições e 25 sementes por parcela. As características de germinação avaliadas 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, herdabilidade no sentido amplo e o ganho por seleção direta. A população apresenta características dendrométricas desejáveis para seleção de matrizes porta-sementes. As sementes de *O. discolor* apresentam comportamento ortodoxo. O peso de mil sementes confirmou padrão de sementes classificadas como muito pequenas. O teor de umidade das sementes não ultrapassa 11%. Os lotes de sementes apresentaram baixo vigor, em virtude da colonização de fungos endofíticos de diversos gêneros, durante o processo de germinação das sementes. As progênies de *O. discolor* apresentaram variabilidade genética significativa para a maioria dos caracteres avaliados. As matrizes 2, 7 e 16 apresentam boas características de germinação para todas as condições de temperaturas testadas, sendo indicadas para programas de conservação, melhoramento e produção de mudas. Dezoito sementes de *O. discolor* são suficientes para a realização das análises biométricas com acurácia mínima de 95% na seleção de genótipos.

**Palavras-chave:** espécie nativa; tecnologia de sementes; teste de progênie; seleção.

## ABSTRACT

*Ormosia discolor* Spruce ex Benth. it is a native tree that occurs in the north of the state of Amazonas, known as "Tento Flamenguista", presents rapid growth and nodulation capacity, ideal for reforestation plantations. The objective of this work was to estimate technological and genetic parameters in a native *O. discolor* population. Twenty progenies were inventoried in the municipality of Autazes, AM, and height, DBH and crown diameter data were estimated. The technological parameters evaluated were determination of water content, biometrics and weight of one thousand seeds. For the estimates of vigor, classification for storage and determination of genetic parameters in germination characters, three experiments were performed in the laboratory of the Center for Native Seeds of Amazonas. Experiment 1 was performed in a germination chamber at a constant temperature of 30 °C. In experiment 2, the seeds were submitted to a constant temperature of 35 °C. In experiment 3, after 5 months of freezing the seeds were subjected to a constant temperature of 30 °C. The experimental design was completely randomized, consisting of 20 progenies, 4 replications and 25 seeds per plot. The germination characteristics evaluated were Germination Percentage (GP), Germination Speed Index (GSI), Average Germination Time (AGT) and Germination Synchronization Index (GIS). Genetic and phenotypic variances and correlations, broad sense heritability and gain by direct selection were estimated. The population presents desirable dendrometric characteristics for selection of seed carriers. *O. discolor* seeds exhibit orthodox behavior. The weight of one thousand seeds confirmed pattern of seeds classified as very small. The moisture content of the seeds does not exceed 11%. Seed lots presented low vigor due to colonization of endophytic fungi of various genera during the seed germination process. *O. discolor* progenies showed significant genetic variability for most of the traits evaluated. The matrices 2, 7 and 16 have good germination characteristics for all temperature conditions tested, being indicated for conservation programs, breeding and seedling production. Eighteen *O. discolor* seeds are sufficient for biometric analysis with a minimum accuracy of 95% in genotype selection.

**Keywords:** native species; seed technology; progeny test; selection.



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Aspecto geral de <i>Ormosia discolor</i> . A- Árvore, B- Plântula, C- Frutos, D- Sementes.....	22
<b>Figura 2.</b> Mapa de localização das árvores matrizes de <i>Ormosia discolor</i> selecionadas no município de Autazes – AM.....	42
<b>Figura 3.</b> Aspecto geral de matrizes de <i>Ormosia discolor</i> com fuste ramificado. A - perfilhamento do fuste na base do indivíduo, B - árvore com mais de um fuste ao longo da altura. ....	54
<b>Figura 4.</b> Teor de umidade de vinte lotes de sementes da espécie <i>Ormosia discolor</i> provenientes de Autazes, Amazonas. ....	57
<b>Figura 5.</b> Resposta do vigor germinativo das sementes de vinte lotes de <i>Ormosia discolor</i> , após cinco meses de armazenamento sob congelamento. ....	58
<b>Figura 6:</b> Comportamento das sementes de <i>Ormosia discolor</i> das 20 progênes avaliadas, em relação ao conteúdo de água (%) e peso de mil semente (g). ....	59
<b>Figura 7.</b> Característica morfológica da germinação de semente de <i>Ormosia discolor</i> . A - protrusão da raiz no quarto dia após semeadura; B - alongamento da raiz aos quinze dias da semeadura e C - formação da plântula aos vinte e sete dias após semeadura. ....	60
<b>Figura 8.</b> Porcentagem média de germinação submetida aos ambientes com temperaturas de 30 °C (A), 35 °C (B) e 30 °C com teste de resistência ao congelamento (C) de 20 progênes de <i>Ormosia discolor</i> .....	61
<b>Figura 9.</b> Fungos endofíticos em sementes de <i>Ormosia discolor</i> .....	62

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Esquema resumido da análise de variância dos dados de germinação de sementes de <i>Ormosia discolor</i> .....	47
<b>Tabela 2:</b> Esquema resumido da análise de variância conjunta dos dados de germinação de sementes de <i>Ormosia discolor</i> .....	48
<b>Tabela 3.</b> Dados dendrométricos das matrizes de <i>Ormosia discolor</i> coletados em Autazes, Amazonas. ....	53
<b>Tabela 4.</b> Valores médios, mínimos e máximos de sementes de vinte matrizes de <i>Ormosia discolor</i> , provenientes de Autazes, Amazonas. ....	55
<b>Tabela 5.</b> Quadrado médio de genótipos (QMG) e parâmetros genéticos para a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG), avaliados em sementes de <i>Ormosia discolor</i> em ambientes de 30, 30 (com teste de resistência - R) e 35 °C.....	65
<b>Tabela 6.</b> Quadrados médios de genótipo (QMG), de ambiente (QMA) e da interação Genótipo e Ambiente (QMGA) e parâmetros genéticos para a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de <i>Ormosia discolor</i> , estimados a partir da análise conjunta dos ambientes de 30, 30 (com teste de resistência -R) e 35 °C.....	66
<b>Tabela 7.</b> Correlações fenotípicas (rF) e genotípicas (rG) entre a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de 20 progênies de <i>Ormosia discolor</i> , avaliadas em ambientes de 30, 30 (com teste de resistência -R) e 35 °C.....	67
<b>Tabela 8.</b> Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de <i>Ormosia discolor</i> obtidas para porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliadas em ambiente de 30 °C.....	68

<b>Tabela 9.</b> Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de <i>Ormosia discolor</i> obtidas para porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliadas em ambiente de 30 °C com teste de resistência ao congelamento.....	69
<b>Tabela 10.</b> Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de <i>Ormosia discolor</i> obtidas para porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliadas em ambiente de 35 °C.....	70
<b>Tabela 11.</b> Estimativas de ganho genético e identificação das progênies selecionadas por seleção direta e indireta para a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de <i>Ormosia discolor</i> , avaliadas em ambientes de 30, 30 (com teste de resistência -R) e 35 °C.....	71
<b>Tabela 12.</b> Estimativas de ganho genético e identificação das progênies selecionadas pelo índice de Mulamba e Mock (1978) para a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de <i>Ormosia discolor</i> , avaliadas em ambientes de 30, 30 (com teste de resistência -R) e 35 °C.....	72
<b>Tabela 13.</b> Médias estimadas de dados biométricos obtidos para peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 20 genótipos de <i>Ormosia discolor</i> .....	73
<b>Tabela 14.</b> Quadrado médio de genótipos (QMG), média geral, coeficiente de variação experimental (CVe) e estimativas de repetibilidade (r) e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) para caracteres biométricos em sementes de <i>Ormosia discolor</i> .....	74

## 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)
- DAP – Diâmetro a 1,30 cm do solo
- DC – Diâmetro da copa (m)
- RP – Rolo de papel (substrato)

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS .....	18
2.1. Geral .....	18
2.2 Específicos .....	18
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1 <i>Ormosia</i> Jackson.....	19
3.2 <i>Ormosia discolor</i> Spruce ex Benth.....	20
3.3 Estudos desenvolvidos com <i>Ormosia</i> Jackson .....	22
3.4 Fatores que afetam a germinação de sementes .....	23
3.4.1 Água .....	23
3.4.2 Luz.....	24
3.4.3 <i>Temperatura</i> .....	25
3.4.4. <i>Substrato</i> .....	27
3.4.5 <i>Dormência</i> .....	27
3.4.6 <i>Ocorrência de patógenos em sementes</i> .....	29
3.5. Análise de sementes.....	31
3.5.1 <i>Teor de água</i> .....	32
3.5.2 <i>Peso de mil sementes</i> .....	33
3.5.3 <i>Biometria</i> .....	33
3.5.4 <i>Germinação</i> .....	33
3.5.5 <i>Vigor de sementes</i> .....	35
3.6 Parâmetros genéticos .....	36
3.6.1 <i>Teste de progênes</i> .....	37
3.6.2 <i>Genética quantitativa e parâmetros genéticos</i> .....	38
3.6.3 <i>Componentes de variância e herdabilidade</i> .....	39
3.6.4 <i>Repetibilidade</i> .....	40
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	41
4.1 Área de estudo e material genético .....	41
4.2 Procedimentos de campo .....	42
4.2.1 <i>Variáveis dendrométricas e aspectos fitossanitários</i> .....	42
4.2.2 <i>Coleta de sementes e pré-beneficiamento</i> .....	42
4.3 Procedimentos no local de análise .....	43
4.3.1 <i>Recepção e Beneficiamento</i> .....	43

4.3.2 Análises Físicas .....	43
4.3.2.1 Determinação do teor de água .....	43
4.3.2.2 Peso de mil sementes .....	43
4.3.2.3 Biometria das sementes .....	44
4.3.3 Teste de viabilidade e vigor das sementes .....	44
4.3.3.1 Instalação e condução do experimento de germinação .....	44
4.3.3.2 Características avaliadas .....	45
4.3.4 Teste de resistência ao congelamento .....	46
4.4. Análise Estatística.....	46
4.4.1 Análise de normalidade .....	46
4.4.2 Análise de variância e testes de média .....	46
4.4.4 Estimativa dos parâmetros genéticos .....	48
4.4.5 Correlações genéticas .....	49
4.4.6 Estratégias e ganho de seleção.....	50
4.4.7 Repetibilidade .....	51
4.4.8 Identificação dos principais agentes contaminantes .....	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
5.1 Estimativas de Parâmetros Dendrológicos, Tecnológicos e Genéticos .....	52
5.1.1 Parâmetros Dendrométricos da População .....	52
5.1.2 Parâmetros Tecnológicos de Vigor de Sementes.....	55
5.1.3 Parâmetros Tecnológicos e Genéticos em Caracteres de Germinação ....	59
6. CONCLUSÕES .....	75
7. REFERÊNCIAS .....	77

## 1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é reconhecida como a maior floresta tropical existente, correspondendo a 1/3 das reservas de florestas tropicais úmidas, além de ser o maior banco genético do planeta (SOUZA et al., 2017). Esta região abriga uma infinidade de espécies vegetais com cerca de 1,5 milhões de espécies vegetais catalogadas (Instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis – IBAMA, 2017). Existem em torno de 16.000 espécies de árvores, sendo que 227 são espécies dominantes (STEEGE et al., 2013). Embora haja grande biodiversidade ainda há um grande número de espécies com potencial desconhecido e subexplorado pela ciência como é o caso da árvore nativa *Ormosia discolor* Spruce ex Benth.

*O. discolor* é conhecida popularmente no município de Autazes/Amazonas como “tento flamenguista”, uma das denominações atribuídas na Amazônia às espécies do gênero *Ormosia*. Pertence a família Fabaceae, típica de florestas de terra firme e tem ocorrência confirmada ao norte do estado do Amazonas (REFLORA, 2018). Para a propagação, os frutos são colhidos diretamente da árvore quando iniciam a abertura espontânea. As sementes da espécie são frequentemente utilizadas no, artesanato e devido ao seu rápido crescimento pode ser empregada de forma ornamental na arborização urbana e também em plantios mistos destinados à recuperação de áreas degradadas.

Nos últimos anos o aumento no número de pesquisas relacionadas à propagação de espécies florestais nativas está relacionado a problemas ambientais, como desmatamentos, queimadas, expansão agropecuária, atividades de mineração, construção de barragens, estradas e ferrovias (OLIVEIRA et al., 2013). Para o atendimento à lei de proteção da vegetação nativa (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), a restauração dessas áreas vem sendo cada vez mais executada, devido à atual situação em que se encontram os ecossistemas (SILVA et al., 2015). Porém para que os objetivos da restauração sejam alcançados de forma efetiva, é necessário o conhecimento a respeito da tecnologia e manejo de sementes florestais da Amazônia.

A semente nativa é a principal fonte de recurso para restauração florestal, sendo a base de perpetuação das espécies amazônicas para diversos serviços ambientais. Dessa forma, a escolha de árvores matrizes/porta-sementes sadias e com notável capacidade de produção de sementes aliado ao monitoramento adequado das etapas de colheita e beneficiamento são essenciais para produzir lotes de sementes com alto padrão de

qualidade. Para determinar a qualidade dos lotes é necessário determinar os parâmetros de vigor e atributos de sementes e mudas em laboratório e em campo experimental.

Os parâmetros de vigor envolvem a soma total de todos os atributos das sementes em estudo, e determina o nível potencial e estabelecimento em campo de sementes ou lotes de sementes durante a germinação e desenvolvimento da plântula (PERRY, 1978). Alguns fatores que influenciam o nível de vigor das sementes, incluem a constituição genética da semente, o ambiente e a nutrição da planta-mãe, estágio de maturação na colheita e grau de infestação de patógenos (COPELAND e MCDONALD, 1995). O vigor não pode ser medido com um único parâmetro, pois existe grande número de propriedades de sementes que são medidas em diferentes unidades (ROBERTS e ELLIS, 1982).

Informações importantes para a confirmação das potencialidades das espécies florestais destinadas a domesticação são testadas por meio dos parâmetros de vigor. A germinação rápida e uniforme das sementes, expressa um parâmetro de vigor que é uma característica desejável na formação de mudas para o estabelecimento de plantios (OLIVEIRA et al., 2013). No entanto, outros fatores importantes para recomendação de espécies em seu aspecto tecnológico é a confirmação da presença de dormência, suas causas e métodos de superação e a definição do comportamento fisiológico no armazenamento das sementes de interesse.

Nas espécies florestais nativas, é comum a presença de sementes que necessitam de quebra de dormência para que haja germinação, mesmo em condições ambientais aparentemente favoráveis (BEWLEY e BLACK, 1994). É um acontecimento essencial para a semente, que elabora um mecanismo natural de resistência a fatores externos imposto pelo meio, que podem apresentar dormência no tegumento ou dormência no embrião (BEWLEY e BLACK, 1994). Definir a causa é subsídio importante para estabelecer os métodos mais adequados para superação da dormência, garantindo que essas espécies possam ser utilizadas em programas de restauração e recuperação de áreas de forma efetiva.

O comportamento fisiológico das sementes no armazenamento é definido e consolidado em três categorias sendo: sementes ortodoxas aquelas que podem ser secas até baixos teores de água (>5%) e armazenadas em ambientes com baixa temperatura (0 a -180 °C) por longos períodos; sementes recalcitrantes não toleram a secagem e perdem rapidamente a viabilidade mesmo sob baixas temperaturas (ROBERTS, 1973). Um



comportamento intermediário entre o ortodoxo e recalcitrante foi proposto por Ellis et al. (1990). Neste caso as sementes toleram a desidratação até teores de água entre 7-10% e não toleram temperaturas baixas por períodos prolongados. Definir a categoria é importante para regular a disponibilidade de sementes e conservar o material genético para usos futuros.

Classificar as sementes quanto ao comportamento fisiológico, principalmente quando se trata de sementes ortodoxas, é um parâmetro tecnológico de grande importância para inferir sobre o vigor de progênies e suas sementes, uma vez que testados em ambientes com temperaturas mais baixas é possível definir as progênies/matrizes mais resistentes ao dessecamento, característica desejável quando se deseja coletar sementes para produção e utilização em serviços ambientais e científicos.

Outro aspecto importante a ser considerado para produção de sementes de qualidade é com estudos de variabilidade genética por meio das estimativas dos parâmetros genéticos. Estudos dessa natureza em caracteres de germinação podem ser observados em espécies florestais nativas amazônicas (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2016; TOMAZ et al., 2018). 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 de matrizes superiores (CRUZ e CARNEIRO, 2014).

Todas essas informações tanto no aspecto tecnológico quanto genético constituem a base para elaboração das Regras para Análise de Sementes, assim como são fundamentais para a produção e o comércio de sementes e mudas que atenda o padrão de qualidade genética e fisiológica de acordo com a determinação da Lei Brasileira de Sementes e Mudanças (Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003). Atualmente esses dados estão indisponíveis na literatura para a espécie *Ormosia discolor*.

Diante do exposto, este estudo tem o objetivo de estimar parâmetros tecnológicos e genéticos com base em caracteres de germinação de sementes em uma população de *Ormosia discolor*, permitindo a seleção de matrizes superiores para compor lotes de sementes, para a obtenção de mudas de qualidade.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Estimar parâmetros tecnológico e genéticos, baseados em caracteres das sementes de uma população nativa de *Ormosia discolor* Spruce ex Benth.

### **2.2 Específicos**

- Avaliar características dendrométricas da população nativa de *O. discolor*;
- Avaliar parâmetros tecnológicos de vigor em lotes de sementes de *O. discolor*;
- Classificar o comportamento das sementes da espécie durante o armazenamento;
- Quantificar a variabilidade genética entre as progênies por meio dos caracteres de germinação;
- Avaliar a presença de interação progênies x ambiente (temperatura) para os caracteres avaliados em *O. discolor*.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 *Ormosia* Jackson

*Ormosia* Jacks. é considerado um dos grupos mais interessantes de legume tóxico. Geralmente é a semente que tem fama de ser tóxica, embora a casca também possa ser em algumas espécies. As sementes de cores vivas da maioria, se não todas, são consideradas venenosas em algum grau (SCHULTES, 1967).

A denominação vulgar "Tento ou Mulungu" é atribuída com exatidão na Amazônia, às espécies do gênero *Ormosia*, com sementes geralmente bicolores, é um gênero essencialmente tropical (DUCKE, 1949). As árvores em sua maioria apresentam porte médio com muitas flores que possuem coloração desde negro-violáceo à violáceo claro e amarela, e suas sementes são muito conhecidas por serem duras e vermelhas, mais comumente com uma mancha preta e, raramente amarela (DUCKE, 1949).

O gênero *Ormosia* Jacks. (Leguminosae, Papilionoideae) compreende cerca de 130 espécies de árvores pequenas a grandes e tem uma distribuição disjunta entre os trópicos neotropical e asiático-australiano, ou seja, sul da Índia e sul da China até o nordeste da Austrália (PENNINGTON et al., 2005). Para Ducke (1949), existem cerca de 50 espécies lenhosas nos trópicos americanos e seu centro de dispersão no continente americano é a Amazônia.

As espécies do gênero são caracterizadas pela seguinte combinação de caracteres morfológicos: flores com lobos de cálice imbricados distintos e uma corola verdadeiramente papilionada, com um padrão bem diferenciado, pétalas de asas e quilha envolvendo os órgãos reprodutivos; estames livres à base; um estilo incurvado com um estigma terminal ou lateral (geralmente bilobado); e predominantemente sementes vermelhas, pretas ou bicolores com uma dura testa (POLHILL e RAVEN 1981; STIRTON e AYMARD, 1999; PENNINGTON et al., 2005; HANG e VINCENT, 2010; MEIRELES, 2010).

Várias espécies são usadas na indústria madeireira, no artesanato e na medicina. *Ormosia paraensis* Ducke e *O. arbórea* (Vell.) Harms oferecem madeira para a produção de móveis, enquanto que *O. amazônica* Ducke, além de produzir madeira para construção civil, composição de escadas, revestimentos, carpintaria de interior e exterior, apresenta propriedades analgésica e sedativa encontradas na casca e nas sementes. Essa última

espécie, devido à bicoloração das sementes, também é empregada para confeccionar produtos artesanais (NUNES et al., 2012).

Apesar da aplicabilidade comercial das madeiras do gênero *Ormosia*, alguns autores destacam o interesse econômico. Rudd (1965) relata que estas madeiras podem ser usadas para confecções de móveis, cabos de armas, dormentes de estrada de ferro, ripas e na construção em geral, apesar de Record e Hess, (1949) afirmarem que são madeiras difíceis de trabalhar, de acabamento pobre e durabilidade duvidosa. Simbioses com bactérias fixadoras de nitrogênio podem ocorrer em espécies do gênero *Ormosia*, assim como acontece em muitas espécies de leguminosas (RUDD, 1965).

Em estudos farmacológicos foram avaliados alcaloides isolados a partir de sementes de nove espécies de *Ormosia*, demonstrando que algumas espécies do gênero possuem ação fisiológica do tipo morfina, além de possuir propriedades hipotensores (WILLAMAN e SHUBERT, 1961 *apud* SCHULTES, 1967).

As sementes de algumas das espécies do gênero têm sido empregues terapeuticamente no leste da Venezuela. Conhecidas localmente como "Tanera tiro monstruoso", são cozidos e feitos em uma bebida "para dores do coração" e que a "semente cozida colocado na água é dado às crianças para pôr em volta do pescoço para dor de garganta". Enquanto várias outras espécies não foram consideradas como tóxicos ou de valor econômico (SCHULTES, 1967).

### **3.2 *Ormosia discolor* Spruce ex Benth.**

Classificação Taxonômica

Reino: *Plantae*

Filo: *Tracheophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Fabales*

Família: *Fabaceae*

Gênero: *Ormosia*

Árvore de origem nativa, possui distribuição geográfica com ocorrências confirmadas ao norte do estado do Amazonas em tipo de vegetação florestal de terra firme

(REFLORA, 2018). É conhecida vulgarmente na unidade federativa que ocorre, como “tento flamenguista” ou “tento vermelho e preto”. É uma espécie arbórea que atinge cerca de 18 metros de altura, possui folhas de 5 a 7 folíolos, flores pequenas com 6-8 mm, frutos deiscentes coriáceo geralmente com 1 a 2 sementes; sementes vermelhas, ou vermelhas com marcas pretas irregulares (RUDD, 1965).

No município de Autazes os coletores de sementes que trabalham em parceria com o Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM) de forma empírica avaliam a espécie em início de idade produtiva a partir dos quatro a cinco anos após o estabelecimento em mata de capoeira, a floração é vista em cores verde e branco durante os meses de julho a agosto e a frutificação nos meses de setembro a dezembro com dispersão simultânea das sementes. Em relação a precificação das sementes, os coletores de Autazes vendem as sementes nos municípios do Amazonas, de forma *in natura* custa dez reais o quilo e quando “furadas” pelo coletor podem chegar a vinte reais quando destinadas para o artesanato. Para os plantios destinados a programas de restauro e arborização as sementes são vendidas a R\$ 130,00/ kg de acordo com dados do CSNAM, órgão que exerce importante missão no desenvolvimento florestal e preservação ambiental no Estado do Amazonas através de seus projetos de pesquisa, ensino e extensão.

Estudos comprovam que *O. discolor* apresenta nodulações em viveiro (MOREIRA et al., 1992). Característica comumente encontrado em plantas da família Leguminosae em que bactérias do solo do tipo rizóbios são capazes de formar raízes e, em alguns casos, nódulos de haste, onde podem realizar a fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico. A capacidade de nodulação é característica importante dos pontos de vista econômico e ecológico, pois, pode viabilizar reflorestamentos, minimizando a utilização de insumos nitrogenados (BARBIERI et al., 1998).

A espécie apresenta crescimento rápido alcançando dossel superior com incremento de 0,71 cm.ano<sup>-1</sup> (LIRA, 2011) em floresta nativa (Figura 1). Lima e Vieira (2001), recomendam a madeira de *O. discolor* para produção de papel. E em virtude da capacidade de formação de nódulos, pode ser destinada para plantios de reflorestamento em solos degradados. Entretanto, o mais comum uso desta espécie pela sua beleza de cores é para a confecção de artesanato. As sementes são popularmente comercializadas no estado do Amazonas entre os artesãos em geral para confecção de biojoias.



**Figura 1.** Aspecto geral de *Ormosia discolor*. A- Árvore, B- Plântula, C- Frutos, D- Sementes.

A germinação da espécie é do tipo hipógea fanerocotiledonar em que os cotilédones permanecem parcialmente expostos e com coloração verde, o que indica função de fotossíntese, além de armazenamento (MOREIRA e MOREIRA, 1996). Os eófilos inicialmente unifoliados, com filotaxia oposta, de acordo com Rodrigues e Tozzi (2007), ocorre em quase todas as espécies neotropicais de *Ormosia*.

### 3.3 Estudos desenvolvidos com *Ormosia Jackson*

Os estudos com as espécies do gênero *Ormosia* Jacks. em sua maioria estão voltados para avaliação de métodos para superação de dormência na germinação, visto que as espécies possuem impermeabilidade do tegumento, comum as espécies do gênero. A espécie com a maior quantidade de informações científicas é a espécie *Ormosia arboea* (Vell.) Harms em estudos que abordam métodos de superação de dormência da semente, temperaturas ótimas de germinação e estudos de caracteres de sementes e mudas plântulas

e plantas jovens, além de pesquisas que abordam melhores substratos para o desenvolvimento inicial da espécie (TEIXEIRA et al., 2011; PICK-UPAU et al., 2012; BASQUEIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2016; GURSKI et al., 2012).

Para a espécie *Ormosia paraensis* Ducke os estudos abordam métodos de superação de dormência em função da característica do gênero quanto a impermeabilidade do tegumento a água e gases. Também são encontrados estudos de potencial energético da espécie florestal e informações sobre a morfoanatomia de seus frutos, sementes e plântulas (SILVA et al., 2015; BARROS et al., 2009). São encontrados ainda na literatura científica pesquisas de germinação de sementes com a espécie *Ormosia macrocalyx* Ducke. e estudos de diversidade genética que abordam parâmetros genéticos com a espécie *Ormosia excelsa* Benth. (VARGAS-SIMÓN et al., 2017; TOMAZ et al., 2018).

Informações como estas apresentadas com outras espécies de *Ormosia* spp. ainda estão indisponíveis para a espécie em estudo *Ormosia discolor*, sendo que todos os dados e resultados encontrados nesta dissertação são inéditos e irão enriquecer informações para com a recomendação adequada da espécie. É importante destacar que nenhum dos estudos com as outras espécies de *Ormosia* abordam problemas encontrados no processo de germinação, principalmente em relação ao ataque de fungos tanto em laboratório quanto em condições de viveiro. Para a espécie *O. discolor* uma das principais dificuldades no processo de germinação, está ligado a infestação de fungos endofíticos que são os principais responsáveis pelas baixas porcentagens de germinação.

### **3.4 Fatores que afetam a germinação de sementes**

#### *3.4.1 Água*

A água é o fator básico determinante do processo germinativo, pois reativa o metabolismo e está envolvida direta e indiretamente em todas as etapas do processo germinativo (MARCOS FILHO, 2005). A absorção de água por sementes ortodoxas inicia-se com uma rápida absorção pelos biocoloides, ocorrendo a embebição de todos os seus tecidos, cuja velocidade é determinada pela composição química da semente, permeabilidade do fruto ou do tegumento à água e disponibilidade de água (BEWLEY e BLACK, 1994; COPELAND e MCDONALD, 1985). Após a embebição ocorre uma fase de absorção estacionária e, em seguida, o restabelecimento da absorção associado com a

emergência do eixo embrionário. Dessa forma, a água durante a fase de embebição é suficiente para o início das atividades metabólicas que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes para o crescimento do eixo embrionário (BEWLEY, 1997).

A intensificação da atividade respiratória é uma das alterações iniciais ocorridas a partir da embebição das sementes, a respiração envolve a oxidação de matérias orgânicas na semente com a formação de energia e substâncias intermediárias necessárias aos processos anabólicos da germinação (BEWLEY, 1997; BEWLEY e BLACK, 1978; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A água amolece o tegumento e com o aumento do volume da semente resulta o rompimento do tegumento e a penetração do oxigênio, facilitando a emergência do eixo hipocótilo radicular do interior da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A embebição de água na semente é um processo essencialmente físico e diretamente ligado a permeabilidade do tegumento, onde o movimento da água para dentro da semente ocorre no sentido do maior meio de concentração para o menor, começando geralmente a partir da parte periférica da semente (MARCOS FILHO, 2015). A ausência ou escassez de água impede o acontecimento de processos bioquímicos, físicos e fisiológicos, podendo produzir danos irreversíveis o que confere um fator de alta prioridade a quantidade de água disponível para a semente, assim como a atividade da água ao longo do processo germinativo (PIÑA RODRIGUEZ et al., 2015; MARCOS FILHO, 2015).

#### *3.4.2 Luz*

A luz é um importante sinal ambiental que afeta diferentes processos do ciclo de vida das plantas (BASKIN e BASKIN, 1998), controlando desde o tempo de germinação das sementes até os processos de crescimento e sobrevivência das plântulas (PONS, 2000). O controle pelas sementes de onde e quando germinar pode ser influenciado pela quantidade de luz disponível e pela capacidade de percepção do ambiente luminoso (MILBERG, 1997; FENNER e THOMPSON, 2005). O requerimento de luz pelas sementes é distinto entre espécies, que podem variar de exposição por apenas alguns segundos ou longos períodos de iluminação intermitente para que a germinação ocorra (BEWLEY et al., 2013).



A luz desempenha um papel de fundamental importância na germinação de sementes (BENVENUTI e MACHIA, 1997), sendo a fisiologia do fotocontrole da germinação bastante complexa e variável, de acordo com a espécie (BEWLEY e BLACK, 1985). Com base na sensibilidade ao estímulo luminoso, as sementes são classificadas em três categorias: fotoblásticas positivas, negativas e neutras. Fotoblásticas positivas possuem a germinação promovida pela luz branca, não germinando no escuro. Por outro lado, as fotoblásticas negativas apresentam germinação inibida pela luz branca, enquanto as neutras são indiferentes à luz (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Nas plantas a luz é detectada através de diferentes fotorreceptores (CASAL et al., 2013) e, nas sementes, os fitocromos são os responsáveis por perceber e capturar os sinais luminosos que são capazes de reconhecer diferentes informações relacionadas à luz, incluindo intensidade, comprimento de onda e duração do sinal luminoso (GODOI e TATAKI, 2005; CASAL, 1998). Dentre os sinais internos desencadeados, são conhecidos os mecanismos que sinalizam para a biossíntese de hormônios vegetais, como giberelinas e ácido abscísico, promotor e inibidor da germinação de sementes, respectivamente (YAMAGUCHI e KAMIYA, 2000; OGAWA et al., 2003; YAMAGUCHI, 2008; SEO et al., 2009; FINCH-SAVAGE e FOOTITT, 2012).

A sensibilidade das sementes ao efeito da luz varia de acordo com a qualidade, a intensidade e o tempo de irradiação, bem como o período e a temperatura de embebição (LABOURIAU, 1983). A iluminação durante o teste de germinação, geralmente, é indicada a fim de facilitar o desenvolvimento de estruturas essenciais das plântulas, auxiliando na avaliação e reduzindo a possibilidade de ataques de microrganismos (BRASIL, 2009). A germinação das sementes pode ser inibida por extremos de temperatura e pela presença e ausência de luz, assim, este não tem ação independente, podendo a sensibilidade a luz ser modificada pela temperatura (SANTOS e PEREIRA, 1987).

### *3.4.3 Temperatura*

A temperatura, influencia a germinação de sementes por agir sobre a velocidade de absorção de água e sobre as reações bioquímicas que determinam o processo; afeta, portanto, o total de germinação, assim como a velocidade do processo (BEWLEY e BLACK, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A temperatura é capaz de regular a germinação de três maneiras distintas: determinando a capacidade e a taxa de

germinação, removendo a dormência primária ou secundária; e induzindo a condição de dormência secundária (BEWLEY e BLACK, 1994).

A germinação das sementes ocorre em intervalos de temperatura dentro do qual existe uma temperatura ou faixa de temperaturas na qual o processo ocorre com maior eficiência, ou seja, máxima germinação no menor período de tempo (MARCOS FILHO, 1986; BEWLEY e BLACK, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A temperatura ótima e os limites de extremos constituem-se nas temperaturas cardeais para a germinação, variável entre as espécies e de acordo com os graus de maturidade e deterioração das sementes (MACKAY, 1974; POPINIGIS, 1977).

A temperatura ótima para a germinação varia com relação as espécies, sendo definido geneticamente e, também, em função das condições fisiológicas das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Para uma mesma espécie, as sementes recém-colhidas necessitam de uma temperatura ótima diferente da verificada para sementes mais velhas. Isto porque a temperatura ótima vai se diferenciando e se tornando menos específica com a perda da dormência residual das sementes (MACHADO et al., 2002). Da mesma forma, a distribuição geográfica e ecológica das espécies pode determinar os limites de temperatura para a germinação das espécies (PACHECO et al., 2008).

Para a maioria das espécies a temperatura ótima está entre 15 e 30°C (COPELAND e MCDONALD, 1985). Com relação as espécies arbóreas tropicais e subtropicais, a germinação de sementes tem ocorrido com maior eficiência na faixa de 20 a 30°C (BORGES e RENA, 1993). Algumas espécies requerem temperaturas alternadas, o que geralmente está associado a espécies que possuem dormência, mas também pode beneficiar outras espécies que não possuem mecanismo de dormência (MARCOS FILHO, 2005).

Índices de temperaturas que se encontram abaixo da ótima possuem a tendência de reduzir parâmetros com o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), alterando assim a uniformidade de germinação em um dado lote de sementes; em contrapartida, temperaturas acima do valor ótimo aumentam essa velocidade, mas somente para sementes vigorosas do lote. A alternância de temperatura favorece diversas espécies, pois essa condição simula as flutuações térmicas naturais do ambiente (BEWLEY e BLACK, 1994; OLIVEIRA, 2012).

#### *3.4.4. Substrato*

Durante o teste de germinação as sementes são acompanhadas em todo o processo através de substratos como papel ou areia que é o suporte físico para o desenvolvimento das plântulas. O substrato é responsável pela disponibilidade de água e nutrientes, atuando diretamente no desenvolvimento e arquitetura do sistema radicular e no processo de germinação de sementes e formação da parte aérea (ARAÚJO, 2010).

A escolha do substrato é de muita importância durante o teste de germinação e alguns fatores como o tamanho das sementes, bem como a sua resposta à umidade e a fotosensibilidade são cruciais durante a escolha do substrato, este deve ser capaz de permitir boa aeração e umidade, deve estar livre de microrganismos ou substâncias tóxicas (TONIN, 2005). É ideal que, durante a condução do teste de germinação, a umidade do substrato mantenha-se constante até o final, como forma de prevenir que alterações no padrão germinativo das sementes aconteçam, garantindo que as mesmas possuam um suprimento de água ininterrupto (OLIVEIRA, 2012; PIÑA RODRIGUEZ et al., 2015).

Cada substrato é utilizado de maneira que ofereça maior praticidade nas contagens e avaliação das plântulas, mantendo a capacidade de suprir as condições ideais no decorrer do teste de germinação (FOSSATI, 2007). O substrato também deve manter proporção adequada entre a disponibilidade de água e aeração, não devendo ser umedecido em excesso para evitar que a película de água envolva completamente a semente, restringindo a entrada e absorção de oxigênio (ANDRADE et al., 2000) e contribui para a proliferação de patógenos (PACHECO et al., 2006). A Regra para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), fornece especificações gerais e detalhadas sobre substratos recomendados para serem utilizados em testes padrão de germinação.

#### *4.4.5 Dormência*

Na área de tecnologia de sementes, o ideal é que as sementes utilizadas para plantios diversos possuam rápida germinação e uniformidade para homogeneizar o tamanho de mudas antes de serem levadas para campo. De acordo com Oliveira (2012) o entendimento da importância ecológica e econômica do conhecimento da dormência serve de base para nortear a utilização de tratamentos ligados ao desenvolvimento de sementes de interesse.

O sucesso da germinação de sementes está ligado a viabilidade do ambiente com fatores adequados de temperatura, luz, disponibilidade de água e oxigênio, porém, mesmo sob condições dadas como ideais é comum que algumas espécies não germinem, classificando-as em um estado de dormência (BEWLEY e BLACK, 1994). Dessa forma, a dormência pode ser considerada um mecanismo de segurança que é regulado por fatores genéticos, fisiológicos e ambientais que irá garantir que não haja germinação antes do período considerado ótimo para o estabelecimento das sementes (OLIVEIRA, 2012).

A dispersão e perpetuação de espécies florestais são dadas em grande parte devido a dormência de sementes, processo no qual há retardamento da germinação e distribuição destas no tempo, assegurando a continuidade da espécie por um longo período (DAVIDE e SILVA, 2008; MARCOS-FILHO, 2015). Em se tratando de tecnologia de sementes, essa estratégia de dormência em sementes de espécies florestais é vista como uma desvantagem, a dormência, embora importante em termos ecológicos, é uma das grandes dificuldades no processo de propagação sexual, pois dificulta a produção uniforme de mudas (DUTRA et al., 2015).

É possível classificar a dormência em primária e secundária, a primária se instala ainda na maturação fisiológica e desenvolvimento das sementes e as causas da secundária provem de alguma alteração fisiológica ou condição desfavorável. Dentre as principais causas de dormência a impermeabilidade do tegumento à água, assim como interferências mecânicas e nas trocas gasosas são uma das mais encontradas em espécies florestais (BEWLEY e BLACK, 1994; OLIVEIRA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015).

Quando oferecidas condições ideais para a germinação, comumente ocorrem na semente da maioria das leguminosas, sementes que não absorvem umidade e, em consequência, não germinam e, portanto, são geralmente conhecidas como "sementes duras"(NELSON, 1926). A dormência física é estabelecida quando o revestimento da semente, impermeável à água e gases, é o principal modulador na interação entre os tecidos internos da semente e o ambiente (HILHORST, 2007).

Esta incapacidade de absorção de água e oxigênio perdura por um período indefinido, estendendo-se possivelmente por muitos anos, embora as condições ideais para a germinação possam ser contínuas ou intermitentemente oferecidas. A causa da "dureza" sempre foi atribuída a alguma peculiaridade da própria camada de sementes, em

grande parte porque danos muito pequenos, como a abrasão, permitem que a semente se comporte de maneira normal (NELSON, 1926).

Em algumas espécies, na fase de maturação, as sementes podem ser revestidas com suberina e/ou lipídios, tornando-as impermeáveis. A impermeabilidade está normalmente associada à presença de uma ou mais camadas de células da paliçada com parede grossa lignificada, mucilagem na testa e cutícula serosa (BASKIN e BASKIN, 2004; PEREZ, 2004).). Essa barreira formada pelas células da paliçada nas sementes de Fabaceae é uma característica hereditária e causa um bloqueio físico, impedindo tanto a embebição quanto a oxigenação do embrião (RODRIGUES FILHO et al., 2018).

O mecanismo de dormência de sementes mais compreendido é impermeabilidade do tegumento. Nas leguminosas, a impermeabilidade é comum em sementes de *Acacia*, *Adenanthera*, *Albizzia*, *Cassia*, *Ceratonia*, *Ormosia*, *Prosopis*, *Robinea* e outros gêneros (MALAVASI, 1988; REIS e MARTINS, 1989; FOWLER e BIANCHETTI, 2000; FLORIANDO, 2004; HU et al., 2009). Por isso, vários estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de aprimorar técnicas de superação de dormência de sementes (TEIXEIRA et al., 2011; BASQUEIRA et al., 2011; GURSKI, et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2016; VARGAS-SIMÓN et al., 2017; TOMAZ et al., 2018).

Para a superação dessa condição de dormência, especialmente para plantios e pesquisas com espécies florestais, existe a capacidade de superação da dormência por processos e atividades ligados ao melhoramento genético e aplicação de tratamentos específicos para espécies de interesse (BEWLEY e BLACK, 1994; DAVIDE e SILVA, 2008). Há vários métodos para quebra de dormência como: escarificação mecânica, escarificação ácida, tratamento com água quente, lavagem em água corrente, secagem prévia, pré-resfriamento, estratificação, embebição em nitrato de potássio, germinação em temperatura sub-ótima, exposição à luz e excisão do embrião (POPINIGIS, 1985; MARCOS-FILHO, 2005).

#### 3.4.6 Ocorrência de patógenos em sementes

A associação entre patógenos e sementes pode ser uma simples mistura (patógeno entre as sementes) ou um contato mais complexo a nível de tecido (patógeno sobre ou dentro da semente). O contato caracteriza uma contaminação quando o patógeno se

associa a um tecido sem atividade enzimática, superficial ou interno e, uma infecção, quando ocorre em um tecido interno com atividade vital (MACHADO, 1988).

Um dos problemas mais sérios nos estudos de germinação é a grande contaminação fúngica das sementes, principalmente em testes realizados em incubadoras ou germinadores, que dão condições ideais para o desenvolvimento e a disseminação de alguns dos fungos, causando apodrecimento das sementes e dificultando o diagnóstico correto da qualidade fisiológica do lote (FERREIRA, 1989). Os patógenos presentes nas sementes, tanto interna como externamente, tornam-se ativos tão logo as sementes sejam colocadas em substratos úmidos, assim as sementes podem apodrecer antes de germinarem ou originar plântulas infeccionadas (DHINGRA et al., 1980).

Os fungos são os agentes causais mais importantes, e podem ser disseminados através de sementes, permanecendo viáveis por períodos prolongados de tempo (LAZAROTTO et al., 2010). Após a infecção, geralmente os fungos xerófilos ou tolerantes às condições secas produzem propágulos de resistência, como clamidósporos, ou micélios dormentes, capazes de permanecer viáveis por longos períodos nas sementes (RIBEIRO e BRITO, 2010).

O patógeno de semente, com algumas exceções, é favorecido em termos de sobrevivência e disseminação. Ele pode causar doenças antes da germinação ou após, em qualquer etapa da vida da planta, dependendo da natureza da semente, do patógeno e da interação mútua, sob a influência do ambiente (MASCHIO et al., 1990). Nas regiões tropicais, a umidade e a temperatura elevadas são favoráveis ao crescimento e desenvolvimento de patógenos, fazendo com que sementes das espécies nativas dessas regiões tornem-se vulneráveis ao ataque dos mesmos (NASCIMENTO et al., 2006).

A presença de fungos pode reduzir a capacidade germinativa de um lote de sementes, causando a morte de plântulas ou transmitir doenças para plantas adultas. É necessário conhecer os agentes, as causas e as consequências decorrentes da contaminação de sementes por fungos patogênicos (SANTOS et al., 2001). De acordo com Ferreira (1989), a contaminação das sementes de essências florestais ocorre predominantemente no solo onde os frutos e sementes podem ser colonizados por diversos gêneros de fungos, tais como: *Fusarium*, *Alternaria*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Cylindrocladium*, dentre outros.

Em estudos realizados por Stein et al. (1997) para identificação de fungos associados às sementes de 17 espécies florestais nativas da Amazônia, foram detectados, com maior frequência, os fungos *Botryodiplodia* sp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., em mogno (*Swietenia macrophylla*); *Botryodiplodia* sp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Pestalotia* sp. e *Trichoderma* sp., em ucúba-da-terra-firme (*Virola melinonii*) e *Botryodiplodia* sp., *Paecilomyces* sp., *Aspergillus* spp., e *Penicillium* spp., em anani (*Symphonia globulifera*).

Os fungos pertencentes ao gênero *Aspergillus* sp. são toxigênicos, causadores de deterioração em grãos e sementes, são saprófitos cosmopolitas de disseminação fácil por seus esporos leves e secos. Eles podem crescer em umidade baixa e facilitando o desenvolvimento de outros gêneros que necessitam mais umidade (CÍRIO e LIMA, 2003). *Fusarium* sp. são importantes fitopatógenos, causadores de murchas, podridões, morte de plântulas, aborto de flores, podridões de armazenamento e outras doenças. De ocorrência cosmopolita, fungos deste gênero frequentemente estão associados com sementes.

A importância de fungos para sementes pode ser avaliada sob diferentes aspectos, sobretudo em relação à dimensão econômica (MACHADO, 2000), pois podem gerar prejuízos às atividades cuja essência encontra-se na utilização de sementes sadias, protegidas de fungos. Nesse sentido, a avaliação da sanidade das sementes permite o desenvolvimento de tratamentos para promover a eliminação dos agentes. A análise sanitária constitui-se em uma ferramenta essencial para impedir que as sementes funcionem como inóculo primário, prevenindo a introdução de novas doenças em área indene e também esclarecer a causa do baixo índice de germinação (BRASIL, 2009), principalmente para as sementes florestais, cujas espécies apresentam flutuações na produção de sementes, produzindo grande quantidade em um ano e pequena no ano seguinte.

### **3.5. Análise de sementes**

A qualidade de sementes é avaliada por um conjunto de índices determinado pela análise de uma amostra representativa de um lote de sementes. O Laboratório de Sementes (LAS) é o centro de controle dessa qualidade, onde através dos diferentes testes realizados, podem-se obter informações sobre a mesma para as diferentes culturas quando em multiplicação, produção ou ainda por ocasião da colheita, secagem beneficiamento,

tratamento e armazenamento. Os processos para análise de sementes foram estabelecidos tendo em vista metodologias que dessem resultados seguros, precisos e uniformes (BRASIL, 2009).

### *3.5.1 Teor de água*

O teor de água nas sementes é elevado no início de sua formação e diminui durante seu desenvolvimento. Após a fertilização do óvulo o teor de água é próximo de 80%, declinando de forma gradual durante o desenvolvimento da semente até a maturidade fisiológica, chegando a 20% (CASTRO et al., 2004). Por esse motivo o conhecimento e do comportamento do teor de água da semente é de fundamental importância para todos aqueles que trabalham com sementes florestais.

O teor de água exerce influência pronunciada nas propriedades físicas e químicas das sementes florestais, sendo esta determinação muito importante em todas as etapas do processo de tecnologia de sementes, desde a manipulação, o processamento, o armazenamento, entre outras (CARVALHO, 2005). Dessa forma, a longevidade das sementes está estritamente ligada ao teor de água, uma vez que esta interfere diretamente nos processos fisiológicos, com redução da qualidade da semente, chegando a afetar diretamente o vigor e até o poder germinativo (MARCOS FILHO, 2005).

A perda de peso das sementes, que ocorre durante a secagem, está relacionada tanto com a temperatura sob a qual está submetida quanto ao período de exposição a essa temperatura. Assim sendo, as Regras para Análises de Sementes (RAS) prescrevem temperaturas de 105°C por 24 horas e 103°C por 17 horas.

Para o acompanhamento da qualidade de lotes de sementes florestais é importante determinar o teor de água assim que as sementes são recebidas após a coleta em campo, pois a uniformização do teor de água é importante durante a execução dos testes de vigor, considerando a padronização durante a avaliação dos resultados. Além de identificar o grau de maturidade e viabilidade das sementes, diminuir o tempo de análise e assim, conservar as sementes por maiores períodos. Também são acompanhados o teor de água no beneficiamento, armazenamento e durante os testes de vigor (LIMA JUNIOR e MENDES, 2016).



### *3.5.2 Peso de mil sementes*

O peso de mil sementes é utilizado para calcular a densidade de semeadura, o número de sementes por embalagem e o peso da amostra de trabalho para análise de pureza, quando não especificado nas RAS. É uma informação que dá ideia do tamanho das sementes, assim como de seu estado de maturidade e de sanidade (BRASIL, 2009). Esse teste físico é importante para a tecnologia e análise de sementes florestais, pois tendem a ser de rápida aplicabilidade e praticidade em se tratando de determinação do preço de sementes por quilo (LIMA et al., 2014).

### *3.5.3 Biometria*

Estudos sobre a caracterização biometria de frutos e sementes é uma ferramenta importante para se ter ideia do esforço reprodutivo da planta (FENNER, 1993). Constitui importante subsídio para a diferenciação de espécies de um mesmo gênero e entre variedades de uma mesma espécie (CRUZ et al., 2001; ALVES et al., 2007). Também está relacionada com as características de dispersão, dormência de sementes e com o estabelecimento de plântulas (BASKIN e BASKIN, 1998; ALVES et al., 2007).

O conhecimento da variação biométrica de caracteres de frutos e sementes é importante para o melhoramento dessas características, seja no sentido de aumento ou uniformidade. Assim, a distinção e classificação das sementes por peso e tamanho pode ser uma maneira eficiente de melhorar a qualidade de lotes de sementes em relação à uniformidade de emergência e vigor das plântulas garantindo maior valor dos lotes comercializados (PEDRON et al., 2004). De forma prática este parâmetro define o volume a ser produzido e transportado em quilos de sementes, também importante para definição do preço das sementes durante a sua comercialização.

A descrição e ilustração de caracteres morfológicos de sementes e plântulas são úteis para o conhecimento do desenvolvimento das espécies florestais nativas, pois a partir de reconhecimentos das estruturas da semente é possível obter indicações sobre germinação, armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura (KUNIYOSHI, 1983).

### *3.5.4 Germinação*

O objetivo do teste de germinação é determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, simulando condições ideais para o seu desenvolvimento, além de padronizar o método para haver repetição dos resultados dentro

de níveis aceitáveis de tolerância, o qual pode ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também estimar o valor para semeadura em campo (BRASIL, 2009).

As sementes de espécies florestais apresentam heterogeneidade, já que vários fatores, incluindo habitat, período de colheita e teor de água, podem afetar diretamente o vigor (PACHECO et al., 2011). O processo de germinação ocorre a partir da retomada do crescimento do embrião, através de uma sequência de eventos metabólicos, finalizando com a ruptura do tegumento pela raiz primária, sendo a fase mais vulnerável e crucial na história de vida das plantas (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

O início desse processo se atribui a assimilação da água pelas sementes e encerra com a dilatação da estrutura embrionária. É afetado por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas às sementes, dentre elas, temperatura, substrato, umidade, luz e oxigênio, sendo essenciais para que o processo ocorra normalmente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). O substrato e a temperatura são dois importantes fatores que afetam o processo germinativo das sementes durante o teste de germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O substrato influencia diretamente a germinação, em função de sua estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos, entre outros, podendo favorecer ou prejudicar a germinação das sementes (GUEDES et al., 2010). Pode ser formado de matéria-prima de origem mineral, orgânica ou sintética, de um só material ou de diversos materiais em misturas (KANASHIRO, 1999).

É ideal que, durante a condução de um teste de germinação, a umidade do substrato trabalhado mantenha-se constante até o final, como forma de prevenir que alterações no padrão germinativo das sementes aconteçam, garantindo que as mesmas possuam um suprimento de água ininterrupto (OLIVEIRA, 2012; PIÑA-RODRIGUEZ et al., 2015).

A temperatura é chamada de ótima quando ocorre a máxima germinação, no menor tempo. A faixa de 20 a 30 °C tem-se mostrado adequada para a germinação de sementes de grande número de espécies subtropicais e tropicais, uma vez que estas são temperaturas encontradas em suas regiões de origem, na época propícia para a germinação natural (ANDRADE et al., 2000). Afeta tanto a porcentagem final como também a

velocidade de germinação e está relacionada com as reações bioquímicas necessárias para o início do processo germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O conhecimento dos fatores que influencia a germinação de sementes é de extrema importância, principalmente para as espécies florestais, permitindo a compreensão mais precisa dos mecanismos que regulam a longevidade das sementes no solo e o estabelecimento das plantas em condições naturais (RIOS et al., 2016).

### *3.5.5 Vigor de sementes*

O vigor da semente é o somatório de todas as suas particularidades, as quais estabelecem níveis de atuações, cujo desempenho da semente ou do lote de sementes ocorre durante a germinação e a emergência de plântulas. As sementes com um bom desempenho são identificadas como vigorosas, as de baixo desempenho são denominadas de baixo vigor (ISTA, 1981). O vigor de sementes deve ter as características que indicam o potencial para uma emergência rápida e uniforme, além do crescimento de plântulas normais, em uma extensa faixa de circunstâncias ambientais (AOSA, 1983).

O vigor é considerado um teste direto devido a sua detecção em modificações, não revelados pelos testes de germinação deletérias mais sutis, resultante da deterioração avançada, refletindo um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais. Não bastam as sementes apresentem altos índices de germinação é necessário que as mesmas germinem e se estabeleçam em condições desfavoráveis (MARCOS FILHO, 1999).

O vigor se apresenta como um dos aspectos mais importantes na análise da qualidade de sementes, pois o processo de deterioração está relacionado com a perda de vigor destas. O vigor, portanto, se apresenta como reflexo de um conjunto de características que determinam o seu potencial fisiológico, que tenha a capacidade de apresentar um desempenho adequado quando submetidas a diferentes condições ambientais (MARCOS FILHO, 1994).

Para a avaliação do vigor de lotes de sementes em tecnologia de sementes florestais é necessário o acompanhamento rigoroso desde as primeiras etapas de colheita. Para obtenção de sementes de boa qualidade devem-se escolher plantas que apresentem características superiores às demais da mesma espécie, efetuando-se os procedimentos de

marcação e mapeamento no campo, monitoramento, coleta e qualidade das sementes para que futuramente se possa manipular o material corretamente (HIGA e SILVA, 2006).

A tecnologia empregada para sementes tem o objetivo de adaptar ou criar métodos tecnológicos adequados para determinada espécie para ter-se como resultado final uma melhoria no padrão de qualidade da semente (BIANCHETTI, 1981). A partir de análises técnicas em laboratórios é possível recomendar a viabilidade e a qualidade de sementes para diversos fins.

Após as operações em campo de coleta, extração e beneficiamento segue-se a etapa do controle de qualidade dos lotes de sementes em laboratório, cujo objetivo principal é determinar o valor das sementes de uma matriz antes de ser definitivamente escolhida como árvore porta-sementes. Dentre as análises usuais, a determinação do teor de água é essencial, além da avaliação da qualidade física realizada por meio dos testes de peso de mil sementes, número de sementes por quilograma, teste de germinação e caracterização biométrica.

Esses testes podem ser usados, também, em estudos para determinar a variabilidade genética e para a diferenciação da qualidade de sementes produzidas por diferentes árvores matrizes. Portanto, estudos sobre o potencial germinativo da qualidade de sementes de diferentes matrizes baseado em características tecnológicas em laboratório e em campo onde as condições nem sempre são favoráveis, tornam-se essenciais para conservação e manejo das espécies, assim como para o fornecimento de novos produtos.

### **3.6 Parâmetros genéticos**

Nas últimas décadas, o foco das pesquisas nacionais tem sido voltado para o estudo da diversidade genética em populações de plantas nativas para seu uso na recuperação florestal (CONCEIÇÃO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2013; NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2016). Estimativas de parâmetros genéticos auxiliam na escolha de métodos e caracteres adequados para os estágios iniciais e avançados dos programas de melhoramento. Além disso, permite extrair inferências sobre a variabilidade genética em termos de características de interesse e determinar os ganhos de seleção esperados (CRUZ et al., 2014).

A escolha da fonte adequada de sementes para programas de reflorestamento é importante, pois permite que a sobrevivência e o crescimento das plantas sejam garantidos, aumentando o fundo genético da geração seguinte (BIERNASKI et al., 2012). A qualidade genética das sementes assume grande importância, tendo em vista que as mudas formadas a partir delas irão refletir na sua capacidade de originar tipos superiores (VECHIATO e PARISI, 2013).

O estudo e a identificação de parâmetros genéticos como: coeficiente de variação genético, herdabilidade e correlação entre caracteres são de suma importância, pois através destes podemos: conhecer a variabilidade genética, o grau de expressão de um caráter de uma geração para outra e a possibilidade de ganhos por meio da seleção direta ou indireta (ROCHA et al., 2003).

### *3.6.1 Teste de progênies*

O teste de progênies 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).

É 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).

Os testes de procedências e progênies podem ainda ser submetidos à seleção dentro de progênies, resultando em pomares de sementes por mudas (SEBBENN et al., 2009). Pomares de sementes por mudas com tais características podem produzir sementes com ampla base genética para reflorestamentos ambientais, visto que todas as progênies são mantidas (OTSUBO et al., 2015).

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 progênies ou procedências (KAGEYAMA e DIAS, 1985).

Para delinear estratégias efetivas de conservação e fundar alicerces para subsidiar programas de melhoramento genético, é fundamental obter informações quanto a base genética. Além disso, nos próximos anos, deve haver um incremento na demanda por sementes florestais com qualidade genética, devido às obrigações com a restauração ecológica e cumprimento da legislação ambiental (PUPIN et al., 2017).

A grande limitação para realização de testes de progênies com espécies florestais, além do seu ciclo longo de crescimento é a disponibilidade de material genético (sementes). A grande distância das fontes do material e o transporte também são grandes preocupações em estudos com as espécies amazônicas. Por esse motivo inserir informações novas na literatura com espécies potenciais são fontes valiosas para lançar novos produtos madeireiros e não madeireiros.

### *3.6.2 Genética quantitativa e parâmetros genéticos*

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, pois permite conhecer a estrutura genética das populações para fins de seleção.

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 progênies, a natureza do controle genético dos caracteres e os ganhos esperados com a seleção (FREITAS et al., 2006).

Os parâmetros genéticos estimados mediante as variâncias são, em geral: coeficiente de variação genética (CVG%), coeficiente de variação ambiental (CVE%), herdabilidade no sentido amplo ( $h^2$ ) e no sentido restrito ( $h^2_r$ ) ganhos genéticos absolutos (Gs) e relativos (Gs%), correlações fenotípica ( $r_F$ %), genética aditiva ( $r_A$ %) e ambiental ( $r_E$ %) (BUSO, 1978; MIRANDA et al., 1988; SIQUEIRA et al., 1993, 1994).

Estudos de estimativas de parâmetros genéticos com caracteres de sementes facilitam a obtenção de mudas e fornecem diretrizes para a seleção de matrizes superiores para compor lotes de sementes potencialmente comerciais. De forma adicional, a obtenção destas informações facilita a domesticação e a conservação da espécie (SANTOS et al., 2014).

Estudos sobre os parâmetros genéticos de caracteres de germinação têm sido conduzidos em várias espécies amazônicas (CONCEIÇÃO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2013; NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2016; TOMAZ et.al., 2018). A fim de identificar material genético com características superiores de sementes florestais, é essencial estimar parâmetros genéticos em testes de progênies (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2016).

Comparações de vigor de sementes entre matrizes, progênies e procedências oferecem ao pesquisador dados adicionais em uma fase inicial de um programa de melhoramento ou conservação genética. A divulgação de sua metodologia tornará, com certeza, mais difundida a sua aplicação no campo das ciências florestais (VALENTINI e PIÑA RODRIGUES, 1995).

### *3.6.3 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). 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 se torna mais importante para o melhorista devido ao efeito aditivo do gene que será transmitido nas próximas gerações (BORÉM e MIRANDA, 2009).

A determinação da magnitude das estimativas de herdabilidade fornece subsídios para definição das estratégias de seleção bem como auxiliam a predição de ganhos obtidos (FEHR, 1987). Segundo Hallauer e Miranda Filho (1981) e Falconer (1987), é necessário

dimensionar as magnitudes das variâncias de origem genética frente às variâncias devido ao ambiente, para que seja possível estimar de maneira adequada o potencial da população quanto à seleção. O resultado da seleção baseada no fenótipo dos indivíduos de uma geração é função do grau de associação da variância genética desses indivíduos com a variância genética da geração seguinte, o que expressa a herdabilidade.

O estudo e a identificação de parâmetros genéticos como: coeficiente de variação genético, herdabilidade e correlação entre caracteres são de suma importância, pois através destes podemos: conhecer a variabilidade genética, o grau de expressão de um caráter de uma geração para outra e a possibilidade de ganhos por meio da seleção direta ou indireta (ROCHA et al., 2003).

Para a avaliação do potencial de uma população para melhoramento e escolha do método de seleção a ser utilizado, é necessária a estimativa dos componentes da variância genética. Segundo Lonquist e Lindsey (1964), dentre os vários métodos utilizados no melhoramento genético, o método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos tem mostrado melhores resultados em espécies com baixo índice de domesticação, que teoricamente apresentam maior variabilidade (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1981). Esse método de seleção promove o aumento da frequência dos genes favoráveis sem elevar as taxas de endogamia, aumentando a eficiência da seleção interpopulacional.

O ganho genético depende da herdabilidade do caráter sob seleção, da intensidade de seleção praticada e do controle das condições ambientais. Quanto maior o nível de expressão da variabilidade genética em relação ao ambiente e, mais ainda, se a proporção dessa variabilidade genética for devida principalmente a efeitos aditivos, maiores serão os ganhos estimados para a geração seguinte (MIRANDA et al., 1988).

As estimativas de correlações fenotípicas e genotípicas entre caracteres também são úteis no planejamento e na avaliação de programas de melhoramento. O conhecimento das correlações existentes entre caracteres importantes pode facilitar a interpretação dos resultados e prover a base para o planejamento de programas mais eficientes (JOHNSON et al., 1955).

#### *3.6.4 Repetibilidade*

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). Altos valores desse coeficiente, para quaisquer características, indicam que é possível prever o valor real dos indivíduos com base em determinado número de medições (MARTUSCELLO et al., 2007).

Em programas de melhoramento genético, ao selecionar um genótipo, espera-se que sua superioridade inicial perdure durante toda a sua vida. De acordo com Cruz e Regazzi (2001), a veracidade dessa expectativa poderá ser comprovada pelo coeficiente de repetibilidade ( $r$ ). Este parâmetro mede a capacidade de os organismos repetirem a expressão do caráter ao longo de vários períodos de tempo, no decorrer de suas vidas, assim como, estimar o número de observações fenotípicas necessárias, de um determinado caráter, que deve ser realizado em cada indivíduo para que a seleção entre os genótipos seja feita com certo grau de confiabilidade e com economia de tempo e mão-de-obra (CRUZ et al., 2014; RESENDE, 2002).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

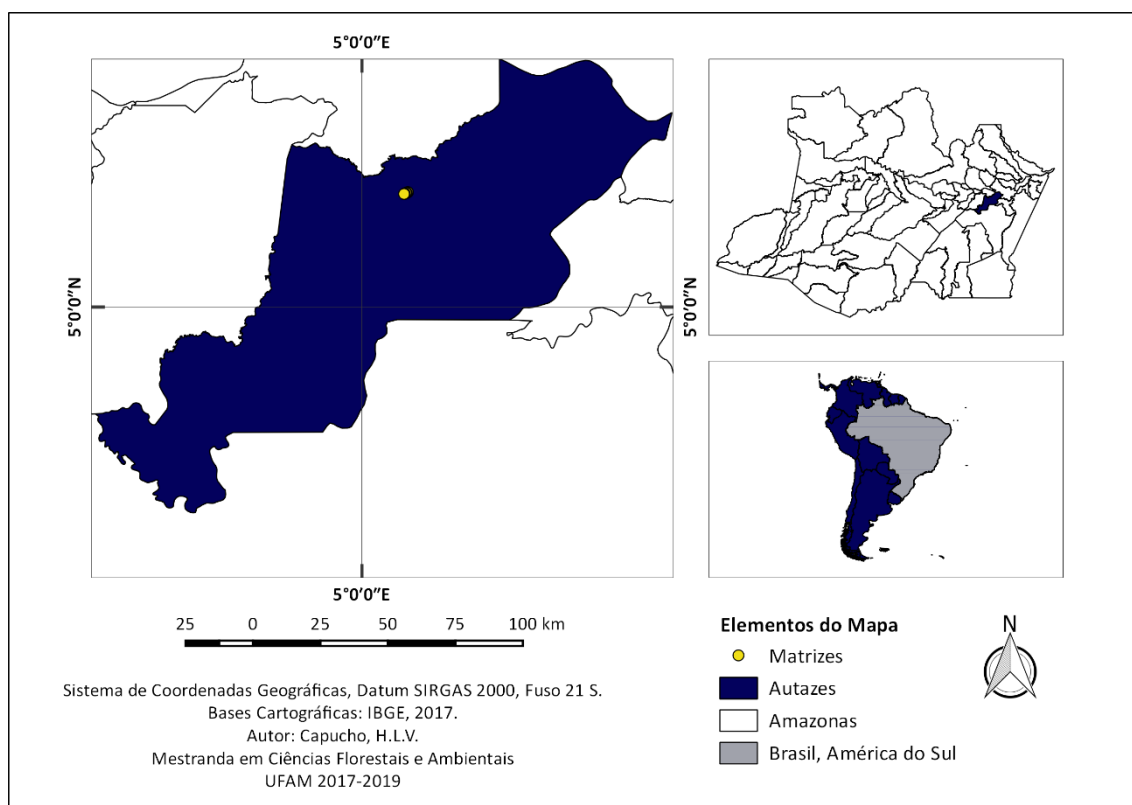
### **4.1 Área de estudo e material genético**

A seleção de árvores matrizes foi realizada a partir de uma população nativa, localizada no município de Autazes no estado do Amazonas, nas coordenadas geográficas 3°34'49" S, 59°7'53" W em dezembro de 2017. Foram inventariadas 20 matrizes de *Ormosia discolor* Spruce ex Benth. de polinização aberta, equidistantes entre si, no mínimo 100 metros. A área corresponde a uma região de terra firme, com vegetação típica de floresta densa tropical, relevo com altitudes de 100 metros (RADAMBRASIL, 1976a). Os solos são em geral constituídos por diversos tipos de latossolos amarelos ou vermelhos, bem como podzólicos vermelho-amarelo (RADAMBRASIL, 1976b). O clima é tropical chuvoso, com temperatura média anual de 26,5 °C, com média das máximas de 31,3 °C e mínimas de 23,2 °C, pluviosidade de 2100 mm por ano, umidade relativa de 84% e a classificação segundo Köppen é do tipo Ami/Avi (SUFRAMA, 1999).

## 4.2 Procedimentos de campo

### 4.2.1 Variáveis dendrométricas e aspectos fitossanitários

Cada matriz selecionada foi georreferenciada para elaboração do mapa de localização (Figura 2) e cadastrada em ficha de árvore matriz, usada pelo Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM), com informações que envolvem as características do ambiente de estudo, estado fitossanitário e variáveis dendrométricas: DAP (cm), altura total e comercial (m), diâmetro de copa (m), qualidade de fuste e da copa.



**Figura 2.** Mapa de localização das árvores matrizes de *Ormosia discolor* selecionadas no município de Autazes – AM.

### 4.2.2 Coleta de sementes e pré-beneficiamento

Com o auxílio de uma equipe de coleta de sementes, foram coletados diretamente de cada árvore, quantidade considerada visualmente suficiente de frutos para a realização dos testes. Em campo, foi feito um pré-beneficiamento para retirada das sementes dos frutos. Os frutos de *O. discolor* são secos e deiscentes (Figura 2C), porém, as sementes ficam presas ao fruto pelo funículo. Portanto, para facilitar a extração das sementes, os frutos foram colocados dentro de um saco de ráfia e com auxílio de um bastão, bateu-se

de forma moderada nos frutos para que estes pudessem liberar as sementes. Os frutos e sementes coletados foram identificados com a mesma numeração da matriz de origem.

### **4.3 Procedimentos no local de análise**

#### *4.3.1 Recepção e Beneficiamento*

As sementes foram beneficiadas, armazenadas e analisadas no Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). O processo de beneficiamento consistiu na limpeza e seleção das sementes. Para a limpeza dos lotes de cada progênie, as sementes foram imersas em água destilada por 24 horas para que todo material fragmentado e impurezas de campo fossem eliminadas por meio da flutuação, assim como todas as sementes predadas ou mortas pudessem ser descartadas do lote. Posteriormente, as sementes passaram por secagem natural em sala com ar condicionado a 20 °C e foram armazenadas em sacos plásticos selados com suas respectivas identificações e acondicionadas em câmara fria a 18 °C.

#### *4.3.2 Análises Físicas*

##### *4.3.2.1 Determinação do teor de água*

O teor de água foi realizado logo após o recebimento dos lotes de sementes das progênies no laboratório, ou seja, antes do beneficiamento (teor de água inicial), sendo determinado pelo método de estufa regulada a 105 °C ± 3 °C por 24 horas, conforme especificado nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foi utilizado duas subamostras de 4-5 g de sementes inteiras e também duas subamostras de vinte e três sementes cortadas (correspondente a 4-5 gramas) para avaliar as sementes sem a influência do tegumento impermeável. Os resultados foram expressos em porcentagem com base na massa úmida das sementes (BRASIL, 2009) a partir da equação:

$$\% \text{ de teor de água (TA)} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Onde,  $P$  é o peso inicial do recipiente mais semente úmida,  $p$  é o peso final do recipiente mais a semente seca e  $t$  tara do peso do recipiente.

##### *4.3.2.2 Peso de mil sementes*

Foram contados manualmente oito subamostras de 100 sementes provenientes do próprio lote de cada progênie. Não foi necessário realizar a análise de pureza, uma vez

que o beneficiamento foi realizado de forma manual. Após a pesagem individual das subamostras, foi calculado o coeficiente de variação. Quando o coeficiente de variação não excedeu 4%, o teste foi validado e o resultado do peso de mil sementes foi a média de 100 sementes multiplicada por 10 (BRASIL, 2009). Também foi calculado o número de sementes por quilo por regra de três simples.

#### *4.3.2.3 Biometria das sementes*

Os dados biométricos das sementes foram obtidos utilizando 30 unidades selecionadas aleatoriamente do lote de cada progênie. Os equipamentos utilizados para a aferição das medidas foram paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e balança eletrônica com precisão 0,001g. O comprimento correspondeu a medida entre a base e o ápice da semente; largura, a medida mais larga perpendicular ao comprimento; espessura, a medida mais larga em contraposição a largura. A massa fresca foi obtida em gramas para cada unidade das 30 sementes.

#### *4.3.3 Teste de viabilidade e vigor das sementes*

##### *4.3.3.1 Instalação e condução do experimento de germinação*

O teste de germinação foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes Florestais do CSNAM, em câmara de germinação tipo BOD. Foi testado em duas temperaturas constantes: 30 °C (Ambiente 1), 35 °C (Ambiente 2) e 30°C com teste de resistência ao congelamento (Ambiente 3) com o intuito de testar qual o efeito da temperatura na germinação das progênies. Cada experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), formado por 20 progênies de meios-irmãos, 4 repetições, e 25 sementes por parcela, totalizando 100 sementes por progênie e 2000 sementes analisadas por experimento

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

Por apresentar dormência tegumentar (impermeabilidade do tegumento), observado pelo teste de embebição, as sementes foram submetidas a tratamento pré-germinativo pelo método de escarificação mecânica, que consiste em realizar um

corte/desponte ao lado oposto ao hilo. Todas as sementes foram submetidas a esse tratamento para quebra de dormência, visando obter uma germinação uniforme.

A assepsia das sementes foi realizada com solução a 5% de hipoclorito de sódio (NaClO) por 5 minutos. Após esse período, foi retirado o excesso da solução com água destilada para que as sementes fossem livres de qualquer contaminação externa antes dos procedimentos (BRASIL, 2013).

A semeadura foi realizada em rolo papel (RP) de germinação tipo Germitest, e diariamente foi realizado o monitoramento da protrusão da radícula até a formação de plântulas, sendo considerado plântula a expansão do primeiro par de eófilo. O substrato foi umedecido com água destilada sempre que necessário.

#### 4.3.3.2 Características avaliadas

Foram definidos dois critérios de germinação, a protrusão de raiz (sementes que emitirem a raiz primária) e emergência (formação da plântula normal com raiz e parte aérea bem desenvolvida).

As sementes de *O. discolor* foram avaliadas para cada critério, pelas seguintes características de germinação:

a) Porcentagem de Germinação (PG) – correspondeu a porcentagem de sementes germinadas até o término do experimento.

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:

$$IVG \text{ ou } IVE = \Sigma \left( \frac{n_i}{t_i} \right)$$

Em que:

$n_i$  = é o número de sementes germinadas em cada contagem;

$t_i$  = é o número de dias da semeadura e a  $i$ -ésima contagem (MAGUIRE, 1962).

c) Índice de Sincronização de Germinação (ISG) – foi determinado pela seguinte fórmula:  $SI = -\Sigma f_i \log f_i$  (em que:  $f_i$  é a frequência relativa de germinação) (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.

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

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.

#### *4.3.4 Teste de resistência ao congelamento*

As amostras de cada lote com aproximadamente 150 sementes foram secas a 10% de teor de água e colocadas em temperatura de congelamento (congelador da geladeira - 18°C) por 5 meses, seguindo o método protocolado proposto por Hong e Ellis (1996), para classificação de sementes no armazenamento, com adaptações. Após este período, as sementes ficaram durante 24h em temperatura ambiente e posteriormente os lotes foram testados em temperatura de 30 °C para germinação. O objetivo deste teste foi classificar a espécie quanto ao armazenamento e testar as características de vigor dos lotes quando submetidas a condições adversas.

### **4.4. Análise Estatística**

#### *4.4.1 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).

$$Y = \arcseno\sqrt{(x/100)}$$

Em que:  $x$ : representa os dados numéricos da característica de germinação a ser transformado, caso não atenda aos pressupostos.

#### *4.4.2 Análise de variância e testes de média*

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 apresentado por Cruz (2014).

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

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 sementes de *Ormosia discolor*.

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

$\sigma_g^2$ : Componente de variância genotípico;

$\sigma^2$ : Componente de variância residual;

r: número de repetições.

O esquema de análise de variância conjunta é apresentado na Tabela 2, seguindo o modelo estatístico apresentado por Cruz (2014).

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

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 sementes de *Ormosia discolor*.

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

$\sigma_g^2$ : Componente de variância genotípico;

$\sigma_a^2$ : Componente de variância ambiental (temperaturas);

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

$\sigma^2$ : Componente de variância residual;

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

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

#### 4.4.4 Estimativa dos parâmetros genéticos

Os parâmetros genéticos estimados a partir da análise de variância individual tiveram por base as expressões obtidas com base nas esperanças matemáticas dos quadrados médios apresentados pelos modelos de Cruz (2014).

- 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 (%)



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

e) Coeficiente de variação genético

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

f) Razão entre CVg e CVe

$$\text{Razão} = \frac{\text{CVg}}{\text{CVe}}$$

Os parâmetros genéticos, estimados a partir da análise conjunta, tiveram por base as expressões obtidas com base nas esperanças matemáticas dos quadrados médios apresentados pelos modelos de Cruz (2014).

a) Componente de variância genotípica

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

b) Componente de variância genótipos x ambientes

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

c) Variância Residual

$$\hat{\sigma}_2 = \text{QMR}$$

d) Herdabilidade (%)

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

#### 4.4.5 Correlações genéticas

As correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais foram calculadas de acordo com as seguintes fórmulas baseadas nas esperanças matemáticas dos quadrados médios apresentados pelos modelos de Cruz (2014).

a) Correlações fenotípicas (rf)

$$r_f = \frac{\text{PMP}_{xy}}{\sqrt{\text{QMP}_x \cdot \text{QMP}_y}}$$

Em que:

PMP<sub>xy</sub> = produto médio das progênes;

QMP<sub>x</sub> = quadrado médio do caráter x das progênes;

QMP<sub>y</sub> = quadrado médio do caráter y das progênes.

b) Correlações genóticas (rg):

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

Sendo:

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

Em que:

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

#### 4.4.6 Estratégias e ganho de seleção

O ganho de seleção (GS) das progênes superiores para cada caractere avaliado foi obtido a partir da soma de ranks conforme o índice de Mulamba e Mock (1978) e por meio da seleção direta de acordo com a expressão, proposta por Cruz e Carneiro (2014).

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

Em que:

GS: Ganho por seleção;

h<sup>2</sup>: 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.

#### 4.4.7 Repetibilidade

Para os caracteres biométricos de sementes foi estimado o coeficiente de repetibilidade com base em componentes principais e matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas (CPcor), além do número mínimo de medições necessário para prever o valor real dos genótipos com base em um coeficiente de determinação de 95%, conforme descrito em Valente et al. (2017).

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:

$$\hat{r} = \frac{\hat{\lambda}_1 - \hat{\sigma}Y2}{\hat{\sigma}Y2 (n - 1)}$$

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  $\hat{\sigma}Y2$  a variância fenotípica.

O número de medições ( $n_0$ ) necessárias para prever o valor real das seleções de *Ormosia discolor*, com probabilidades de 95% 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:

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

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

Todas as análises foram realizadas utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística, Programa GENES (CRUZ, 2013).

#### 4.4.8 Identificação dos principais agentes contaminantes

Para identificar os principais agentes colonizadores das sementes de *O. discolor*, foram selecionadas amostras de 50 sementes de cada lote e enviados ao laboratório de fitopatologia da Universidade Estadual do Amazonas (UEA). Os resultados foram analisados no laboratório de fitopatologia da UFAM, identificados a partir da colonização visual com maior representatividade dos microrganismos nas sementes.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Estimativas de Parâmetros Dendrológicos, Tecnológicos e Genéticos

#### 5.1.1 Parâmetros Dendrométricos da População

Na análise da população de *Ormosia discolor*, constatou-se que as árvores possuem altura total com amplitude de variação entre 5,0 – 16,0 metros (Tabela 3). Esses resultados estão de acordo aos encontrados para espécie que atinge cerca de 18 metros de altura (RUDD, 1965). Outras espécies de mesmo gênero como *Ormosia coccinea* (Aubl.) Jacks. atinge cerca de 6,75 metros (AMARAL et al., 2015); *Ormosia arborea* (Vell.) Harms atinge em média de 15 a 20 metros de altura (OLIVEIRA et al., 2016); *Ormosia paraensis* Ducke com 22 metros (LOUREIRO e LISBOA, 1979). *Ormosia flava* (Ducke) Rudd. pode alcançar até 35 metros nas florestas da Amazônia brasileira (CAMARGOS et al., 2001). Avaliando de forma geral, as espécies do gênero que possuem ocorrência no estado do Amazonas em geral não apresentam alturas maiores que 35 metros em florestas nativas e capoeira. Em geral as espécies do gênero são classificadas como pioneiras de crescimento rápido e componente de dossel superior (LIRA, 2011).

**Tabela 3.** Dados dendrométricos das matrizes de *Ormosia discolor* coletados em Autazes, Amazonas.

Matriz	DAP (cm)	Nº de fustes	Altura total (m)	Altura copa (m)	Diâmetro copa (m)
1	14,91	3	7,50	1,00	10,03
2	17,20	4	8,00	2,00	6,80
3	9,39	6	5,00	2,00	4,91
4	15,22	1	6,00	1,50	6,57
5	15,66	1	14,00	6,00	5,21
6	11,27	3	5,80	3,80	4,35
7	13,35	5	14,00	6,00	8,63
8	16,87	4	15,00	5,00	7,25
9	9,61	2	5,00	3,00	5,01
10	17,19	1	10,00	6,00	5,41
11	11,78	1	12,00	5,00	4,67
12	12,10	2	11,00	1,00	7,20
13	10,80	8	6,40	2,40	7,91
14	11,99	6	7,00	2,00	6,74
15	16,06	3	16,00	6,00	8,92
16	17,51	1	14,00	4,00	7,43
17	8,83	4	6,00	1,00	6,15
18	9,45	1	10,00	2,00	1,55
19	9,28	5	13,10	8,10	5,95
20	12,73	1	12,00	2,00	4,50
Média	13,06	3,10	9,89	3,49	6,26
Mínimo	8,83	1,00	5,00	1,00	1,55
Máximo	17,51	8,00	16,00	8,10	10,03

Em relação ao DAP a espécie *O. discolor* apresentou amplitude de variação de 8,83 - 17,51 cm. Valores superiores foram encontrados para as espécies *O. coccinea*, *O. flava* e *O. paraensis*, no Estado do Amazonas em floresta de terra firme com valores de 33 cm, 70 cm e 20 cm, respectivamente (LOUREIRO e LISBOA, 1979). As copas das árvores possuem proporções que variam entre 1,55 - 10,03 m. A população apresenta formas variáveis de copa não sendo estabelecido um padrão específico que caracterize a população de *O. discolor*.

As árvores de *O. discolor* em geral possuem de 1 a 8 fustes ramificados na base das árvores (Figura 3). Dentre as matrizes estudadas, treze delas apresentam essa qualidade (Tabela 3). Diversos fatores podem influenciar particularmente nestas

características. De acordo com Salles e Buckeridge (2014) as plantas estão constantemente submetidas a diversas forças mecânicas geradas pelo vento e pela gravidade que de forma geral aumentam a parte aérea ao longo do desenvolvimento. Este contexto ontogenético impõe à planta uma crescente necessidade de investimentos em biomassa destinada à sustentação (WALLER, 1986).



**Figura 3.** Aspecto geral de matrizes de *O. discolor* com fuste ramificado. A - perfilamento do fuste na base do indivíduo, B - árvore com mais de um fuste ao longo da altura.

O aumento em área fotossintética gera um aumento estrutural e, conseqüentemente, uma intensificação das forças mecânicas às quais estes ramos estão submetidos, da mesma forma, a eficiência reprodutiva também está associada ao aumento das forças de tração às quais os ramos são submetidos. Isso porque, a arquitetura da copa influencia diretamente a eficiência reprodutiva, uma vez que, um maior tamanho, assim como uma maior área, facilita a dispersão e captação de pólen e a dispersão das sementes (NIKLAS, 1994).

Neste contexto e em função da maioria das matrizes porta-sementes apresentar essa característica é possível inferir que pode haver influência genética da espécie, além da capacidade adaptativa ao ambiente, caracterizando a arquitetura de crescimento típica da população de *Ormosia discolor*. Desta forma, as árvores podem estar investindo em

uma arquitetura com mais de um fuste para sustentar o equilíbrio da copa e facilitar a dispersão e sobrevivência dos novos indivíduos, além de atender a todas as necessidades nutritivas e distributivas para a produção de estruturas reprodutivas.

### 5.1.2 Parâmetros Tecnológicos de Vigor de Sementes

Para as variáveis peso de mil sementes e número de sementes por quilograma a análise das vinte matrizes de *O. discolor* são encontrados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Valores médios, mínimos e máximos de sementes de vinte matrizes de *Ormosia discolor*, provenientes de Autazes, Amazonas.

	Peso de Mil Sementes	Nº de Sementes por quilograma
	(g)	(Kg)
Média	205,01	4002,77
Mínimo	165,06	2710,81
Máximo	295,12	4846,63
CV (%)	17,3	15,5

De acordo com a classificação proposta na RAS, as sementes da espécie estudada são consideradas “pequenas”, pois em geral as sementes possuem tamanho tal que o peso de mil sementes é aproximadamente em torno de 200 gramas (BRASIL, 2009). De acordo com Guia de propágulos e plântulas da Amazônia, que é direcionado principalmente para espécies arbóreas nativas, as sementes possuem classificação baseada no peso médio de 30 unidades, sendo assim, a espécie *O. discolor* é classificada como “muito pequena” pois apresentou peso médio de até 0,2 gramas (CAMARGO et al., 2008). A espécie *O. discolor*, geralmente possui alta produção de sementes de tamanho pequeno e dotadas de dormência.

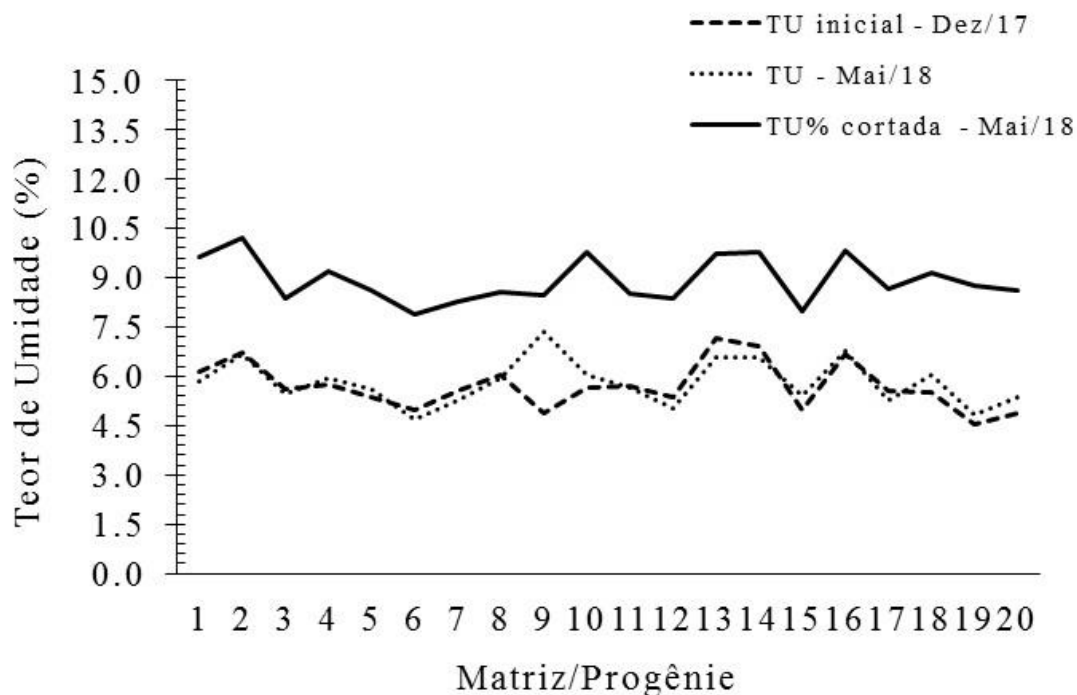
Essa variação na massa de sementes ocorre em muitas espécies vegetais, inclusive em espécies de uma mesma população e no próprio indivíduo. Neste último caso, as variações no tamanho de sementes não são provocadas por diferenças genéticas e sim devido aos efeitos do meio ambiente durante a sua formação. Existem ainda muitas influências de variações latitudinais, sazonais e microclimáticas, no entanto, possuem grande significado biológico, relacionado a agentes dispersores e síndromes de dispersão (BEZERRA et al., 2012). O peso de mil sementes, além de inferir sobre a massa e

variações no tamanho das sementes, também possibilita identificar seu estado de maturidade e sanidade (BRASIL, 2009).

Em relação ao teor de umidade das sementes proveniente das vinte matrizes foram realizadas três análises como é demonstrado na Figura 4. Os resultados do teor de água inicial realizado logo após o recebimento das sementes no laboratório (Dez/17) tiveram amplitude de variação entre 4,52 - 7,15 % de umidade nas sementes. Esta determinação é muito importante em todas as etapas do processo de tecnologia de sementes, desde a manipulação, processamento ao armazenamento (CARVALHO, 2005). Cinco meses após período de congelamento das sementes (-18 °C), um novo teste foi conduzido (Mai/18) para confirmar a viabilidade fisiológica dos lotes, e o comportamento não teve grande variação, apresentando amplitude de 4,70 - 7,33 % do teor de umidade das sementes (Figura 4). Este resultado pode ser um indicador da natureza ortodoxa da semente, pois são sementes que resistem ao dessecamento (valores >5% de TU) e podem ser armazenadas por longo período sob baixa temperatura, mantendo a viabilidade fisiológica (ROBERTS, 1973; HONG e ELLIS, 1996).

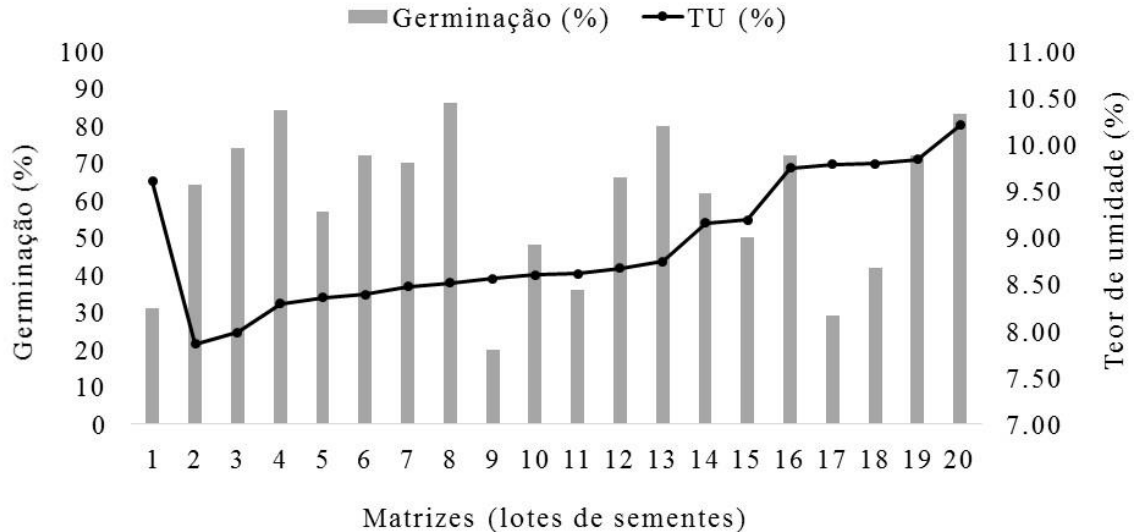
A última análise do teor de umidade foi realizada com o intuito de reduzir a interferência da impermeabilidade do tegumento das sementes, na retirada da água durante a secagem na estufa, cortando 23 sementes de cada lote. Os resultados são superiores com 4% a mais no teor de água (Figura 4). Esses resultados são importantes durante a execução dos testes de vigor, considerando que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 1999; COIMBRA et al., 2007), e principalmente para comparação de resultados em diferentes matrizes de uma população analisada.





**Figura 4.** Teor de umidade de vinte lotes de sementes da espécie *Ormosia discolor* provenientes de Autazes, Amazonas.

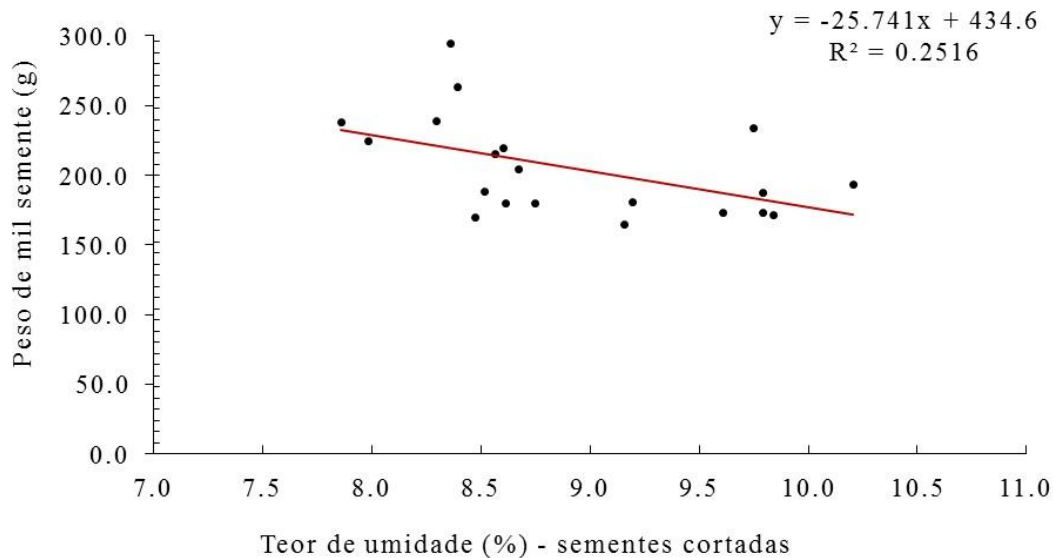
Para a classificação quanto à tolerância ao dessecamento e armazenamento, o comportamento germinativo dos vinte lotes de sementes de *O. discolor* em relação ao teor de umidade (sementes cortadas), após o período de congelamento é apresentado, conforme Figura 5. Observa-se que as sementes da espécie em estudo são ortodoxas, pois permaneceram viáveis, alcançando em média aproximadamente 60% de germinação entre as matrizes estudadas de *O. discolor*. As sementes ortodoxas toleram a secagem, mantêm-se vivas com teor de umidade em torno de 5% a 7%, suportam temperaturas abaixo de zero e podem permanecer viáveis por muitos anos (GARCIA et al., 2015; ROBERTS, 1973).



**Figura 5.** Resposta do vigor germinativo das sementes de vinte lotes de *O. discolor*, após cinco meses de armazenamento sob congelamento.

De acordo com os critérios desenvolvidos por Hong et al. (1996) e Hong e Ellis (2002) e validado por Ellis et al. (2007), combinando informações sobre o peso de mil sementes e o teor de umidade para classificar sementes quanto ao comportamento no armazenamento, as sementes de *Ormosia discolor* podem ser confirmadas quanto ao comportamento, ortodoxo, pois para que esta classificação seja validada as sementes precisam apresentar peso de mil sementes em torno de 100 a 500 gramas e conteúdo de água menor 20 %.

De acordo com Lima et al. (2014), a correlação entre peso de mil sementes e o conteúdo de água, é um parâmetro considerado essencial para auxiliar a classificação de sementes ortodoxas ocorrentes na Amazônia, sendo validado para 67 espécies amazônicas. Em todas as matrizes o peso de mil sementes chegou no máximo em 295 gramas e o conteúdo de água menor que 10% tanto no teor de umidade inicial com sementes inteiras, quanto o teor de água com sementes cortadas que apresentaram maiores valores no teor de umidade. (Figura 6).

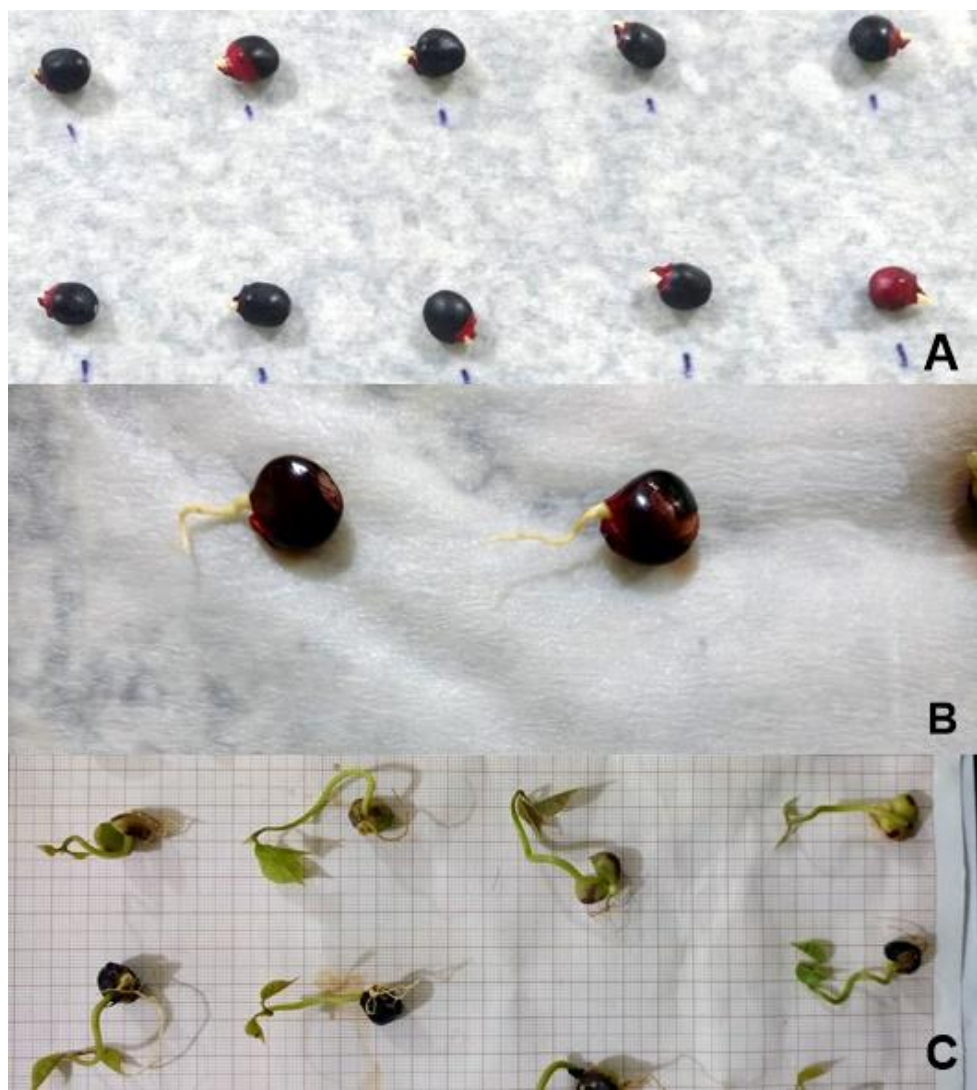


**Figura 6:** Comportamento das sementes de *O. discolor* das 20 progênies avaliadas, em relação ao conteúdo de água (%) e peso de mil semente (g).

A tolerância à dessecação, é um traço chave que ajudará as espécies a passarem por períodos extremamente secos. Sementes duradouras (tolerantes à dessecação) mantêm alta viabilidade por um período prolongado de tempo em condições determinadas de armazenamento (ROBERTS 1973; BONNER 1990; ELLIS et al., 1991). Assim, o banco de sementes é uma maneira eficiente de manter as espécies seguras, impedindo que as plantas sejam extintas. Por esse motivo, o sistema de classificação em relação ao comportamento de armazenamento é uma ferramenta útil para obter êxito nesse empreendimento (MAYRINCK et al., 2019). Principalmente quando se trata de assuntos relacionados às ameaças do aquecimento global, tornando a capacidade de armazenamento uma característica desejável para assegurar e conservar o recurso semente ao longo das gerações.

### 5.1.3 Parâmetros Tecnológicos e Genéticos em Caracteres de Germinação

Em relação ao teste de germinação, a avaliação das vinte progênies nos três ambientes propostos, teve duração de aproximadamente 80 dias. Na Figura 7 podem ser observadas as características morfológicas para os dois critérios de germinação.

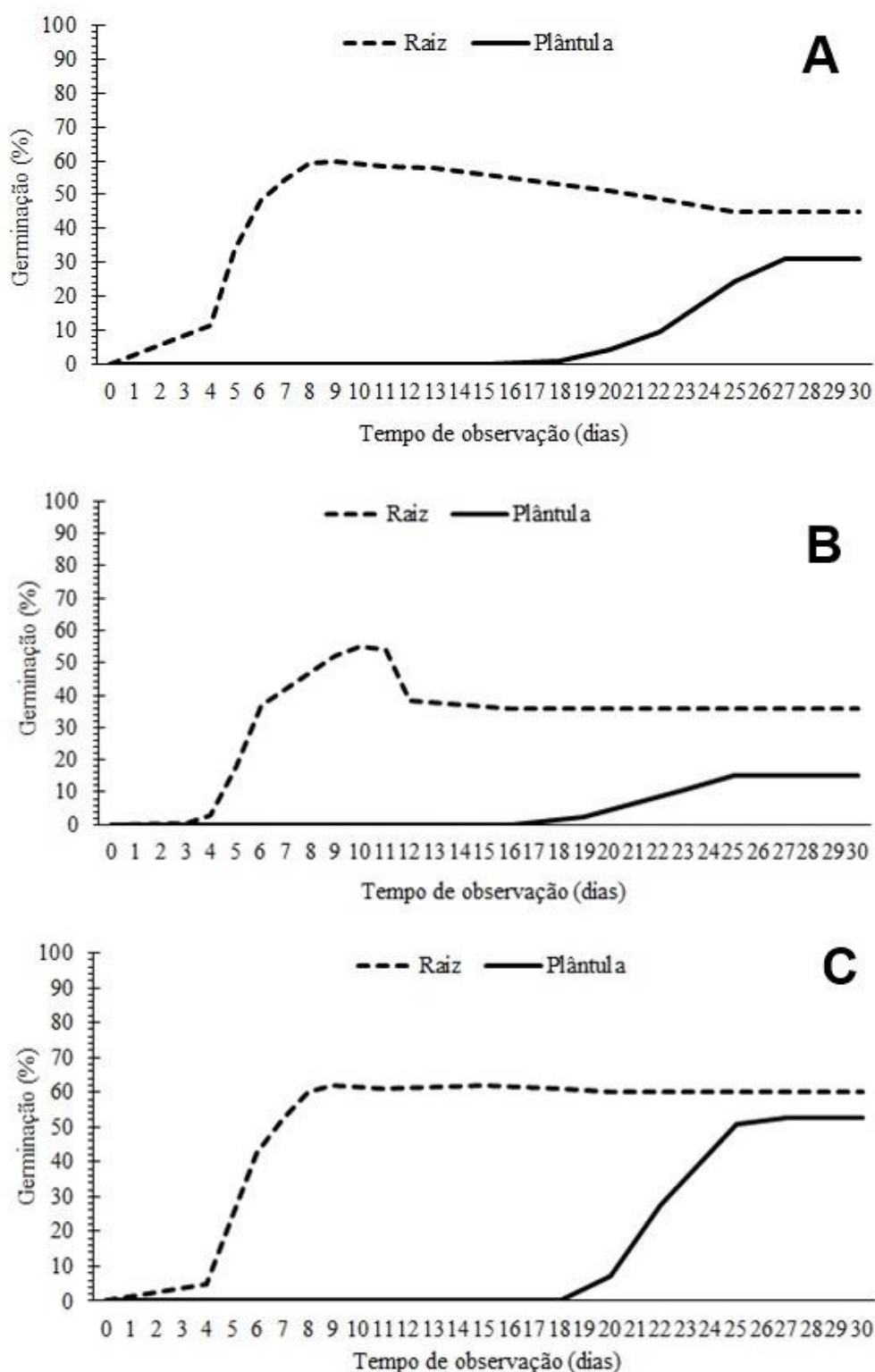


**Figura 7.** Característica morfológica da germinação de semente de *Ormosia discolor*. A - protrusão da raiz no quarto dia após semente; B - alongamento da raiz aos quinze dias da semente e C - formação da plântula aos vinte e sete dias após semente.

Para o critério protrusão da radícula, o início da germinação foi semelhante para todos os ambientes, em torno de 3 a 4 dias após a semente e, o maior percentual de germinação ocorreu também de forma semelhante nos ambientes de 30 e 35 °C (60 e 55%, respectivamente) de 9 a 10 dias. Entretanto, para as sementes submetidas ao congelamento, a germinação ocorreu 15 dias após a semente a 30 °C (Figura 8 A-C).

Para o critério formação de plântula, o início da formação, assim como a emissão da radícula foi semelhante para todos os ambientes, em torno de 18 a 19 dias após a semente. O maior percentual ocorreu 25 dias após a semente para o ambiente de 35 °C (15%) e de forma semelhante, 27 dias após a semente, nos ambientes de 30 e 30 °C (15%) e de forma semelhante, 27 dias após a semente, nos ambientes de 30 e 30

°C com teste de resistência (31 e 53%, respectivamente), sendo este último o que desenvolveu o maior número de plântulas (Figura 8 A-C).



**Figura 8.** Porcentagem média de germinação submetida aos ambientes com temperaturas de 30 °C (A), 35 °C (B) e 30 °C com teste de resistência ao congelamento (C) de 20 progênies de *Ormosia discolor*.

Em todos os ambientes, independente das temperaturas submetidas, as sementes foram atacadas por fungos, responsáveis pelos baixos percentuais de germinação e sobrevivência das sementes até o processo de formação da plântula (Figura 9). As sementes submetidas à temperatura de 35 °C, obtiveram o maior destaque quanto a mortalidade ao longo do experimento, assim como o menor número de plântulas que conseguiram manter o vigor após a deterioração das reservas nutritivas da semente pelos fungos, o que justifica a menor germinação nesta temperatura.

Provavelmente esses fungos que deterioraram as sementes de *O. discolor*, são endofíticos, pois foi observado que o ataque das reservas das sementes só foi possível, após a embebição das sementes, ou seja, após a superação da dormência tegumentar. Foi importante observar, que a velocidade de desenvolvimento dos fungos e conseqüentemente seu ataque, é mais rápido que a última fase fisiológica da germinação, que é a protrusão da radícula, para a espécie estudada.



**Figura 9.** Fungos endofíticos em sementes de *Ormosia discolor*.

No ambiente a 30 ° C com teste de resistência, foi possível observar que a secagem mais o congelamento das sementes podem ter prejudicado o desenvolvimento dos fungos endofíticos (já estabelecidos nas sementes) durante a germinação. Por esse motivo, essas condições se mostraram favoráveis ao desenvolvimento da planta que acelerou o metabolismo de germinação de forma mais rápida, em relação ao consumo das reservas nutritivas das sementes por parte dos fungos. De acordo com Dhingra (1985), embora essa umidade esteja inferior àquela necessária ao metabolismo da semente, fungos já estabelecidos nas sementes ainda podem se desenvolver.

Cherobini et al. (2008), explicam que gêneros comumente encontrados em sementes de espécies florestais como *Penicillium* e *Aspergillus* têm a capacidade de

reduzir a germinação da semente e causar a morte do embrião, mas quando estas estão com baixos teores de água, próximos ao limite mínimo para o crescimento dos fungos, o ataque é lento. Entretanto, à medida que a umidade da semente se eleva, torna-se mais rápida a perda de germinação, em virtude do rápido crescimento do fungo.

Os fungos encontrados nas sementes de *O. discolor* pertencem aos gêneros, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* sp., *Colletotrichum* spp., *Lasiodiplodia* spp. e *Rizhopus* spp. e interferiram na germinação em todos os ambientes do estudo. Mesmo com todos os cuidados durante a esterilização das câmaras BOD, assim como dos papéis Germitest em autoclave e a assepsia de todos os lotes de sementes, visando a análise de qualidade das sementes florestais nativas, conforme prescrito pela Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, os cuidados não foram suficientes para impedir a progressão da colonização dos fungos. De acordo com Dhingra (1985), o contato superficial das sementes com os produtos descontaminante utilizados para assepsia pode não eliminar fungos de diversos gêneros que atacam espécies florestais como, *Rizhopus*, *Aspergillus* e *Penicillium*, por exemplo, pois estes se localizam, preferencialmente, no embrião.

De acordo com o teste de Lilliefors, os dados para porcentagem de germinação não apresentaram normalidade e, deste modo, foram transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$ , com x correspondendo à porcentagem de sementes germinadas. Nas análises de variância individual observou-se efeito significativo ( $p < 0,01$  ou  $p < 0,05$ ) dos genótipos nos três ambientes avaliados, demonstrando que as progênies possuem variabilidade genética para a maioria dos caracteres de germinação, exceto no ambiente com temperatura de 35 °C que não apresentou efeito significativo para o caráter Índice de Sincronização de Germinação - ISG (Tabela 5).

O índice de velocidade de germinação foi menor para o ambiente de 35 °C (Tabela 5), apresentando o valor médio de 2,41 e tempo médio de germinação de 7,15 (dias). Já o ambiente de 30 °C, apresentou o maior IVG (2,87) e menor TMG (5,57 dias). Resultados contrários a esta pesquisa, foram obtidos por Tomaz et al. (2018), quando a germinação de *O. excelsa*, apresentou IVG menor em ambiente de 30 °C e maior em temperatura mais alta a 35 °C. Para *Jacaranda copaia*, o comportamento do índice de velocidade de germinação foi o mesmo, com menores valores em ambiente de menor temperatura (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2017). Esses resultados são diferentes dos

encontrados para *O. discolor* neste estudo, em que há maior precocidade e velocidade de germinação com a diminuição da temperatura e pode estar associado aos ambientes que menos sofreram com a colonização dos fungos endofíticos das sementes de *O. discolor*.

De acordo com Rickli et al. (2014), o parâmetro ISG, quanto mais próximo de zero, significa que há maior uniformidade na germinação, nesse sentido observou-se o menor valor (1,5547) para *O. discolor* na temperatura de 35 °C, seguido pelo valor de (1,6775) no ambiente a 30 °C (Tabela 5). No entanto, esse índice não mostrou valor significativo pelo teste de médias, indicando que os resultados deste índice não é um bom parâmetro para seleção, também foi a característica de germinação com o maior coeficiente experimental de variação, indicando que o caráter pode não ser muito preciso.

De acordo com Tomaz et al. (2018), a germinação em ambiente de 30 °C se mostrou mais eficiente para a sincronização da germinação de sementes de *Ormosia excelsa* (Fabaceae). Autores como Duarte et al. (2015) e Rickli et al. (2014), também confirmam a sincronia da germinação aliado a temperatura de 30 °C em sementes de *Albizia edwallii* e *Vochysia bifalcata*, respectivamente. E de forma geral, Brancalion et al. (2010), analisando informações sobre o efeito da temperatura na germinação de 272 espécies nativas, e suas relações de temperatura ótima, confirmou que para sementes do bioma Amazônia, a temperatura de 30 °C tem sido a mais recomendada em testes de germinação em virtude da adaptação fisiológica das sementes as condições ambientais ocorrentes na Amazônia. Reafirmando, a partir dos dados de crescimento das estruturas essenciais de mais uma espécie amazônica nativa, a maior eficiência do processo germinativo à temperatura de 30 °C.

Os valores para a herdabilidade, oscilaram entre 78,76 e 92,59% para o ambiente de 30 °C, entre 73,69 e 92,54% para o ambiente a 30 °C com teste de resistência ao congelamento e entre 28,53 e 92,35% para o ambiente a 35 °C, este último sendo o menos favorável à seleção em virtude de serem encontrados valores mais baixos de herdabilidade para as características (Tabela 5). Para os demais ambientes foram obtidos de médios a altos coeficientes de herdabilidade com base na média das progênes para todos os caracteres, existindo a possibilidade de ganhos expressivos no processo de produção de mudas da espécie.

Os valores de acurácia obtidos neste trabalho (variando de 53,41% a 96,22%), são em geral promissores. Os ambientes com temperaturas de 30 e 30 °C, com teste de



resistência ao congelamento foram os de maior destaque, apresentando os valores mais elevados de herdabilidade e acurácia. De acordo com Resende (2007), valores de acurácia próximos ou superiores a 70% são preferíveis para programas de melhoramento com espécies potenciais. O coeficiente de variação relativa, que apresentou, em sua maioria valores próximos ou superiores a 1 nos ambientes experimentais testados, também é um fator indicativo de situação ideal a seleção.

**Tabela 5.** Quadrado médio de genótipos (QMG) e parâmetros genéticos para a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG), avaliados em sementes de *Ormosia discolor* em ambientes de 30, 30 (com teste de resistência - R) e 35 °C.

Caracteres	Ambientes	QMG	Média Geral <sup>1</sup>	Parâmetros Genéticos <sup>2</sup>				
				$h_{pm}^2$	Acc	$CV_g$ (%)	$CV_o$ (%)	$CV_r$
PG	30 °C	0,2461**	0,7227(45,15)	0,9259	0,9622	33,031	18,6806	1,7682
	30 °C (R)	0,1865**	0,8942 (59,90)	0,9254	0,9620	23,2289	13,1885	1,7613
	35 °C	0,2818**	0,6091 (35,65)	0,9235	0,9610	41,8773	24,1007	1,7376
TMG	30 °C	2,5096**	5,5686	0,9019	0,9497	13,5087	8,9096	1,5162
	30 °C (R)	2,0591**	6,3604	0,8371	0,9149	10,3207	9,1062	1,1334
	35 °C	1,9765*	7,1511	0,5160	0,7183	7,0607	13,6776	0,5162
ISG	30 °C	0,4480**	1,6775	0,7876	0,8875	17,7042	18,3893	0,9627
	30 °C (R)	0,2201**	1,9773	0,7369	0,8584	10,1840	12,1704	0,8368
	35 °C	0,2485 <sup>ns</sup>	1,5547	0,2853	0,5341	8,5629	27,1082	0,3159
IVG	30 °C	2,5078**	2,8744	0,8807	0,9384	25,8508	19,0316	1,3583
	30 °C (R)	2,4000**	2,7523	0,9175	0,9578	26,9570	16,1706	1,6670
	35 °C	2,3824**	2,4099	0,8603	0,9275	29,7037	23,9387	1,2408

<sup>ns</sup>: \*\*: \* não significativo,  $p < 0,01$ ,  $p < 0,05$ , respectivamente, pelo teste F. <sup>1</sup>Média dos dados de PG transformados (arcoseno da raiz de  $x/100$ ) e original em porcentagem; <sup>2</sup> $\hat{h}_{pm}^2$  = herdabilidade da média de progênies; Acc = acurácia da seleção de progênies;  $CV_g$  = coeficiente de variação genotípica entre progênies;  $CV_e$  = coeficiente de variação experimental;  $CV_r = CV_g/CV_e$ : coeficiente de variação relativa.

Com base na análise de variância conjunta dos ambientes (Tabela 6), verificou-se que a germinação média das sementes apresentou diferença estatística nos três ambientes estudados. Além disso, a interação genótipo e ambiente foi significativa para todos os caracteres avaliados, revelando que as temperaturas utilizadas influenciaram de forma diferente na expressão destes. Diante disso, as inferências sobre os genótipos foram efetuadas individualmente para cada ambiente (temperatura de germinação).

**Tabela 6.** Quadrados médios de genótipo (QMG), de ambiente (QMA) e da interação Genótipo e Ambiente (QMGA) e parâmetros genéticos para a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Ormosia discolor*, estimados a partir da análise conjunta dos ambientes de 30, 30 (com teste de resistência -R) e 35 °C.

Caracteres	QMG	QMA	QMGA	Média Geral <sup>1</sup>	Parâmetros Genéticos <sup>2</sup>				
					$h_{pm}^2$	Acc	$CV_g(\%)$	$CV_e(\%)$	$CV_r$
PG	0,4970**	1,6478**	0,1087**	0,7420 (46,90)	0,7812	0,8839	24,2427	18,0277	1,3447
TMG	2,9823 <sup>ns</sup>	50,0917**	1,7814**	6,3600	0,4027	0,6346	4,9739	11,2591	0,4418
ISG	0,2670 <sup>ns</sup>	3,7814**	0,3248**	1,7365	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
IVG	5,6635**	4,6398**	0,8133**	2,6789	0,8564	0,9254	23,7322	19,6365	1,2086

<sup>ns</sup>: \*\*, \* não significativo,  $p < 0,01$ ,  $p < 0,05$ , respectivamente, pelo teste F. <sup>1</sup>Média dos dados de PG transformados (arco seno da raiz de  $x/100$ ) e original em porcentagem; <sup>2</sup> $h_{pm}^2$  = herdabilidade da média de progênies; Acc = acurácia da seleção de progênies;  $CV_g$  = coeficiente de variação genotípica entre progênies;  $CV_e$  = coeficiente de variação experimental;  $CV_r = CV_g/CV_e$ : coeficiente de variação relativa.

A porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram os únicos caracteres que apresentaram variabilidade genética significativa entre os genótipos, sendo as estimativas de herdabilidade na análise conjunta em sua maioria inferiores às obtidas nas análises individuais, mas ainda assim consideradas de média a alta e promissoras. Inclusive a herdabilidade para ISG foi nula na análise conjunta, o que pode ser explicado pelos elevados valores das médias fenotípicas para os genótipos, além de reduzida variância ambiental, o que neste caso resultou na nulidade do valor de variância genotípica para esta característica, demonstrando que há influencia puramente ambiental sobre os valores deste índice, o que não é considerado relevante para a seleção.

Com relação a associação entre os caracteres de germinação, o conhecimento da magnitude e interdependência entre uma característica e outra é um resultado representativo à seleção (Tabela 7). Os maiores valores de correlação genética foram estimados no ambiente a 30 °C entre os caracteres PG e IVG ( $r= 0,822$ ), seguido de TMG e ISG ( $r= 0,801$ ). Este fato torna o processo seletivo mais simples, não necessitando de adoções de restrições na seleção para obtenção de ganhos no sentido desejado (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2016).

No ambiente de 30 °C com teste de resistência ao congelamento, foram observados os maiores valores para os caracteres PG e IVG ( $r= 0,869$ ) e TMG e ISG ( $r= 0,785$ ),

valores no sentido favorável a seleção. Para o ambiente de 35 °C as correlações significativas foram estimadas entre PG e IVG ( $r= 0,710$ ), seguido de TMG e ISG ( $r= -2,619$ ) e TMG e IVG ( $-1,106$ ). Dentre as associações significativas, apenas no ambiente a 35 °C a correlação entre TMG e ISG ( $r= -2,619$ ) apresentou resultado desfavorável à prática da seleção direta, indicando que uma redução no tempo médio de germinação resultaria em uma menor sincronização das sementes germinadas. Para os coeficientes de correlação fenotípica, o comportamento foi similar aos de correlação genética nos três ambientes.

**Tabela 7.** Correlações fenotípicas (rF) e genotípicas (rG) entre a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de 20 progênies de *Ormosia discolor*, avaliadas em ambientes de 30, 30 (com teste de resistência -R) e 35 °C.

Caracteres	r	Ambiente de 30 °C			Ambiente de 30 °C (R)			Ambiente de 35 °C		
		TMG	ISG	IVG	TMG	ISG	IVG	TMG	ISG	IVG
PG	F	0,224	0,460*	0,801**	0,206	0,543*	0,859**	-0,159	0,070	0,668**
	G	0,223	0,475	0,822*	0,213	0,619	0,869**	-0,273	0,121	0,710*
TMG	F		0,757**	-0,135		0,679**	-0,300		-0,605**	-0,648**
	G		0,801**	-0,186		0,785*	-0,318		-2,619**	-1,106*
ISG	F			0,220			0,179			0,386
	G			0,187			0,193			0,563

\*\* :  $p < 0,01$ , \*  $p < 0,05$ , respectivamente, pelo teste t (correlações fenotípicas) e pelo método de bootstrap com 5000 simulações (correlações genotípicas).

Uma vez que houve interação genótipo e ambiente, foi realizado o teste de Scott Knott 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 16, 7 e 6. No ambiente a 30 °C com teste de resistência ao congelamento os maiores IVG foram nas progênies 1, 2 e 19. Entretanto, no ambiente a 35 °C as progênies com melhores desempenho foram 1, 16 e 12 respectivamente (Tabela 8, 9 e 10). 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 8.** Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de *Ormosia discolor* obtidas para porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliadas em ambiente de 30 °C.

Matrizes	Variáveis analisadas <sup>1</sup>							
	PG		TMG		ISG		IVG	
Matriz 1	0,826	c	7,115	a	2,243	a	2,557	b
Matriz 2	0,961	b	4,429	d	1,766	a	3,394	a
Matriz 3	0,505	d	5,592	c	1,804	a	2,130	b
Matriz 4	0,785	c	6,856	a	2,223	a	2,938	a
Matriz 5	0,785	c	6,257	b	2,083	a	2,533	b
Matriz 6	0,809	c	5,589	c	1,513	b	3,795	a
Matriz 7	1,194	a	6,411	b	1,831	a	3,807	a
Matriz 8	0,297	e	5,694	c	1,838	a	2,397	b
Matriz 9	0,775	c	4,768	d	1,394	b	3,654	a
Matriz 10	0,805	c	6,998	a	2,039	a	2,337	b
Matriz 11	0,836	c	5,414	c	1,832	a	3,195	a
Matriz 12	0,867	c	5,346	c	1,934	a	3,656	a
Matriz 13	0,836	c	5,277	c	1,495	b	2,922	a
Matriz 14	0,395	d	5,697	c	1,400	b	1,801	b
Matriz 15	0,544	d	5,118	c	1,244	b	1,903	b
Matriz 16	1,020	b	5,219	c	1,629	b	4,058	a
Matriz 17	0,786	c	4,852	d	1,494	b	3,342	a
Matriz 18	0,587	d	5,417	c	1,323	b	2,132	b
Matriz 19	0,688	c	4,719	d	1,447	b	3,634	a
Matriz 20	0,151	e	4,606	d	1,020	b	1,304	b
Média <sup>2</sup>	0,723 (45,15)		5,569		1,678		2,874	
CV (%) <sup>3</sup>	18,681		8,910		18,389		19,032	

<sup>1</sup>Médias 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; <sup>2</sup>Média dos dados da PG transformada (arcoseno da raiz de x/100) e original em porcentagem; <sup>3</sup>Coefficiente de variação experimental

**Tabela 9.** Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de *Ormosia discolor* obtidas para porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliadas em ambiente de 30 °C com teste de resistência ao congelamento.

Matrizes	Variáveis analisadas <sup>1</sup>							
	PG		TMG		ISG		IVG	
Matriz 1	0,589	d	5,832	c	1,711	b	2,161	c
Matriz 2	1,152	a	5,754	c	1,913	b	3,926	a
Matriz 3	0,859	b	5,761	c	1,535	c	3,196	b
Matriz 4	0,785	c	6,218	c	2,046	a	2,598	b
Matriz 5	0,765	c	6,118	c	1,877	b	2,365	c
Matriz 6	0,927	b	6,951	b	2,128	a	2,394	c
Matriz 7	1,168	a	6,722	b	2,099	a	3,447	a
Matriz 8	0,458	d	5,719	c	1,452	c	1,480	d
Matriz 9	0,992	b	5,425	c	1,902	b	3,660	a
Matriz 10	0,567	d	6,939	b	1,808	b	1,203	d
Matriz 11	1,192	a	8,043	a	2,266	a	2,841	b
Matriz 12	1,018	b	6,338	c	2,029	a	3,179	b
Matriz 13	1,018	b	6,796	b	2,199	a	2,920	b
Matriz 14	0,704	c	6,569	b	1,959	b	1,941	c
Matriz 15	1,041	b	7,717	a	2,351	a	2,681	b
Matriz 16	1,020	b	5,448	c	1,898	b	3,586	a
Matriz 17	0,951	b	6,620	b	2,268	a	2,961	b
Matriz 18	0,911	b	5,663	c	2,059	a	2,997	b
Matriz 19	1,124	a	5,905	c	1,892	b	3,796	a
Matriz 20	0,642	d	6,672	b	2,156	a	1,714	d
Média <sup>2</sup>	0,894 (59,90)		6,360		1,977		2,752	
CV (%) <sup>3</sup>	13,189		9,106		12,170		16,171	

<sup>1</sup>Médias 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; <sup>2</sup>Média dos dados da PG transformada (arcoseno da raiz de x/100) e original em porcentagem; <sup>3</sup>Coefficiente de variação experimental

**Tabela 10.** Médias estimadas do potencial fisiológico de sementes de *Ormosia discolor* obtidas para porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliadas em ambiente de 35 °C.

Matrizes	Variáveis analisadas <sup>1</sup>							
	PG		TMG		ISG		IVG	
Matriz 1	0,836	b	8,407	a	1,408	a	2,253	c
Matriz 2	0,887	b	6,805	b	1,418	a	3,041	b
Matriz 3	0,160	d	6,828	b	1,458	a	2,464	b
Matriz 4	0,366	d	7,200	b	1,770	a	1,526	d
Matriz 5	0,249	d	7,051	b	1,902	a	1,535	d
Matriz 6	0,249	d	6,983	b	1,740	a	2,017	c
Matriz 7	1,024	a	7,611	a	1,265	a	2,812	b
Matriz 8	0,223	d	8,800	a	1,148	a	0,831	d
Matriz 9	0,745	c	7,061	b	1,485	a	2,517	b
Matriz 10	0,416	d	8,163	a	1,402	a	1,220	d
Matriz 11	0,764	c	6,805	b	1,543	a	2,658	b
Matriz 12	0,538	c	5,884	b	1,822	a	3,617	a
Matriz 13	0,752	c	6,380	b	1,685	a	3,121	b
Matriz 14	0,613	c	6,903	b	1,693	a	2,309	c
Matriz 15	0,694	c	7,387	b	1,424	a	2,221	c
Matriz 16	1,096	a	6,436	b	2,208	a	3,712	a
Matriz 17	0,725	c	7,737	a	1,425	a	2,862	b
Matriz 18	0,611	c	6,805	b	1,437	a	1,965	c
Matriz 19	0,670	c	7,022	b	1,573	a	3,348	a
Matriz 20	0,566	c	6,756	b	1,290	a	2,170	c
Média <sup>2</sup>	0,609 (35,65)		7,151		1,555		2,410	
CV (%) <sup>3</sup>	24,101		13,678		27,108		23,939	

<sup>1</sup>Médias 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; <sup>2</sup>Média dos dados da PG transformada (arcoseno da raiz de x/100) e original em porcentagem; <sup>3</sup>Coefficiente de variação experimental

Os ganhos de seleção estimados a partir da seleção direta foram maiores no ambiente a 35 °C (Tabela 11) para porcentagem de germinação (47,3%) e índice de velocidade (34,2%) e no ambiente a 30 °C para tempo médio de germinação (14,5%) e índice de sincronização (18,8%). Os resultados mais expressivos conforme já esperado foi estimado para PG e IVG nos três ambientes. Em estudo desenvolvido por Tomaz et al., (2018) e Silva et al., (2009) os ganhos mais expressivos também foram estimados para

PG com valor de 17,28% e 34,76% para as espécies *Ormosia excelsa* e *Oenocarpus* sp, respectivamente.

**Tabela 11.** Estimativas de ganho genético e identificação das progênes selecionadas por seleção direta e indireta para a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Ormosia discolor*, avaliadas em ambientes de 30, 30 (com teste de resistência -R) e 35 °C.

Caracteres	Ambientes	GS (%) Seleção Direta	Ganho de seleção indireto (%)				Progênes selecionadas
			PG	TMG	ISG	IVG	
PG	30 °C	32,44	---	-3,32	5,67	22,9	7 16 2 12 11
	30 °C (R)	24,96	---	6,15	4,71	19,53	11 7 2 19 15
	35 °C	47,31	---	0,44	0,25	17,33	16 7 2 1 11
TMG	30 °C	-14,48	-6,45	---	-11,9	5,86	2 20 19 9 17
	30 °C (R)	-9,98	1,28	---	-4,95	12,59	9 16 18 8 2
	35 °C	-5,04	20,32	---	2,84	23,05	12 13 16 20 11
ISG	30 °C	-18,84	-29,77	-7,25	---	-21,93	20 15 18 9 14
	30 °C (R)	-11,21	-25,53	-3,77	---	-22,38	8 3 1 10 5
	35 °C	-4,63	0,57	5,74	---	-19,74	8 7 20 10 1
IVG	30 °C	28,17	26,97	-1,66	-0,82	---	16 7 6 12 9
	30 °C (R)	31,02	20,4	-6,71	-1,37	---	2 19 9 16 7
	35 °C	34,20	27,19	-4,66	3,42	---	16 12 19 13 2

De acordo com Reis et al. (2003) e Tomaz et al. (2018), a obtenção de altos ganhos seletivos, deve ser acompanhada de satisfatória variabilidade genética para os caracteres de interesse, uma vez que o processo de coleta de sementes não consegue manter a diversidade genética de populações. Neste sentido, foram indicadas as cinco melhores progênes (pressão de seleção de 33,33%) para cada caractere e temperatura analisada, com destaque para as progênes 2, 7, 9 e 16, que tiveram indicação em pelo menos cinco dos doze cenários avaliados.

Também foi tomado como critério de seleção o desempenho das progênes em relação aos resultados combinados de todos os caracteres de germinação. Para tal, foi utilizado o índice de seleção baseado em soma de ranks conforme Mulamba e Mock (1978) (Tabela 12). De acordo com esta metodologia, para condições ideais de germinação, que segundo os resultados aqui apresentados se daria na temperatura de 30 °C, as progênes selecionadas seriam as 2, 7, 9, 12 e 16. Na temperatura de 30 °C com

teste de resistência ao congelamento, as progênies indicadas seriam as 2, 7, 9, 16 e 19 e em ambiente com temperatura mais elevada, a exemplo de 35 °C, as progênies indicadas seriam as 2, 7, 11, 13 e 16. Novamente podemos observar que as progênies 2, 7 e 16 se mostraram superiores, sendo indicadas para cultivo nos três ambientes. 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 de plantios futuros com a espécie *O. discolor*, além de serem progênies capazes de suportar baixas temperaturas por longos períodos sem perder o vigor das sementes do lote, o que pode ser favorável ao regulamento do recurso com facilidade ao armazenamento para finalidades futuras.

**Tabela 12.** Estimativas de ganho genético e identificação das progênies selecionadas pelo índice de Mulamba e Mock (1978) para a porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Ormosia discolor*, avaliadas em ambientes de 30, 30 (com teste de resistência -R) e 35 °C.

Ambientes	Caracteres	GS (%)	Progênies selecionadas	Coincidência (%)	
				Selecionados na seleção direta e Índice de seleção	
30 °C	PG	30,88			80,00
	TMG	-5,41	16 2 7 12 9		40,00
	ISG	1,55			20,00
	IVG	25,72			80,00
30 °C (R)	PG	20,4			60,00
	TMG	-6,71	2 19 16 9 7		60,00
	ISG	-1,37			0,00
	IVG	31,02			100,00
35 °C	PG	44,77			80,00
	TMG	-2,48	2 16 7 13 11		60,00
	ISG	1,27			20,00
	IVG	23,52			60,00

Com exceção do ISG, altas coincidências, foram verificadas entre as progênies selecionadas a partir da seleção direta e pelo índice de Mulamba e Mock (1978), o que denota a possibilidade do uso eficiente da seleção fenotípica em gerações iniciais de melhoramento genético em caracteres de germinação da espécie *O. discolor*.



O teste de média referentes ao peso, comprimento, largura e espessura para as sementes de *O. discolor*, encontra-se na Tabela 13.. O valor médio para o peso úmido foi de 0,216 g (variou de 0,299 a 0,173 g), comprimento de 7,67 mm (variou de 9,25 a 6,29 mm), largura de 7,59 mm (variou de 8,43 a 6,61) e espessura de 5,50 (variou de 6,05 a 4,91 mm). Demonstrando que as sementes não apresentam uniformidade quanto ao tamanho, possivelmente associado aos fatores ligados as peculiaridades de cada indivíduo após a colheita das sementes.

**Tabela 13.** Médias estimadas de dados biométricos obtidos para peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 20 genótipos de *Ormosia discolor*.

Matrizes	Variáveis analisadas <sup>1</sup>							
	Peso		Comp.		Larg.		Esp.	
Matriz 1	0,175	f	6,295	h	7,285	e	5,631	b
Matriz 2	0,193	e	7,660	d	6,605	g	5,189	d
Matriz 3	0,299	a	9,246	a	8,406	a	5,585	b
Matriz 4	0,173	f	7,834	c	7,156	e	4,912	e
Matriz 5	0,214	d	7,443	d	7,395	d	5,697	b
Matriz 6	0,253	c	7,296	e	8,432	a	5,968	a
Matriz 7	0,258	c	7,837	c	8,239	a	6,039	a
Matriz 8	0,241	c	8,438	b	7,973	b	5,629	b
Matriz 9	0,179	f	7,093	f	7,208	e	5,064	e
Matriz 10	0,196	e	6,682	g	8,390	a	5,633	b
Matriz 11	0,197	e	7,580	d	7,114	e	5,081	e
Matriz 12	0,276	b	8,357	b	8,086	b	5,968	a
Matriz 13	0,241	c	7,873	c	8,368	a	5,621	b
Matriz 14	0,207	d	7,990	c	7,695	c	5,375	c
Matriz 15	0,247	c	7,322	e	7,510	d	6,051	a
Matriz 16	0,176	f	7,506	d	7,185	e	5,257	d
Matriz 17	0,222	d	8,063	c	7,440	d	5,426	c
Matriz 18	0,178	f	7,431	d	7,289	e	5,233	d
Matriz 19	0,192	e	7,520	d	6,874	f	5,227	d
Matriz 20	0,204	e	7,882	c	7,080	e	5,418	c
Média	0,216		7,667		7,587		5,500	
CV (%) <sup>2</sup>	15,66		5,41		5,36		6,07	

<sup>1</sup>Médias 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; <sup>2</sup>Coefficiente de variação experimental.

A relação biométrica de sementes das progênies de *O. discolor* apresentaram variabilidade genética significativa para todos os caracteres (Tabela 14). A caracterização biométrica de frutos e sementes pode fornecer subsídios importantes para a diferenciação de espécies do mesmo gênero. Esse parâmetro também está relacionado às características da dispersão e do estabelecimento de plântulas, sendo também utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais (CRUZ et al., 2001; FENNER 1993; BASKIN e BASKIN 1998).

**Tabela 14.** Quadrado médio de genótipos (QMG), média geral, coeficiente de variação experimental (CVe) e estimativas de repetibilidade (r) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) para caracteres biométricos em sementes de *Ormosia discolor*.

Caracteres Biométricos	QMG	Média Geral	CV <sub>e</sub> (%)	Repetibilidade via Componentes Principais e matriz de covariâncias		
				r	R <sup>2</sup>	Nº de avaliações para R <sup>2</sup> = 0,95
Peso Fresco	0,0408**	0,216	15,66	0,586	0,9770	13
Comprimento	11,9554**	7,667	5,41	0,705	0,9863	8
Largura	9,7300**	7,587	5,36	0,669	0,9838	9
Espessura	3,4509**	5,500	6,07	0,517	0,9698	18

\*\* : \*  $p < 0,01$ ,  $p < 0,05$ , respectivamente, pelo teste F

Em virtude dos altos efeitos provocados pelo ambiente em dados biométricos, os coeficientes de variação experimental são considerados satisfatórios para esta análise. Essas diferenças entre o padrão de tamanho e forma das sementes de *O. discolor* pode ocorrer devido aos inúmeros fatores genéticos e ambientais inerente a própria matriz/árvore em campo, dentre eles, pode-se citar aqueles baseados na própria constituição genética das sementes, estágios de maturação durante a colheita das sementes, fatores ligados a estado nutritivo do solo, características ambientais e grau de infestação por patógenos, que interferem diretamente na formação das sementes.

Considerando a avaliação de caracteres biométricos, e tendo em vista a seleção daquelas progênies, que apresentam as características desejáveis para futuras gerações, foi estimado o coeficiente de repetibilidade dos caracteres a fim de quantificar o número de determinações que devem ser realizadas para obter-se uma avaliação fenotípica mais eficiente. Deste modo, por meio da metodologia de componentes principais, foram obtidos valores do coeficiente de repetibilidade variando de 0,517 a 0,705 para a

espessura e comprimento das sementes, respectivamente (Tabela 14). Todos os coeficientes de determinação para os caracteres biométricos, são considerados altos, em que obtidos a partir das 30 repetições, para os quatro caracteres biométricos, foram superiores a 95%, sugerindo que a avaliação destes pode ser realizada com alta confiabilidade. No entanto, a fim otimizar os recursos e tempo disponível, é viável optar por reduzir o número de amostras.

A análise biométrica é realizada a partir de uma recomendação de um número pré-determinado de sementes, ainda não padronizado para as espécies nativas. Diante dos resultados apresentados nessa pesquisa, pode-se recomendar redução a menos de 30 unidades, mantendo boa acurácia na seleção de genótipos. Neste caso, com o objetivo de uma avaliação conjunta contemplando todos os caracteres biométricos avaliados, a seleção com acurácia de 95% de genótipos superiores de *O. discolor* requer pelo menos 18 sementes.

## 6. CONCLUSÕES

A população de *Ormosia discolor* apresenta características dendrométricas desejáveis para a seleção e marcação de árvores porta-sementes.

Os lotes de sementes apresentam baixo vigor em virtude da colonização de fungos endofíticos de diversos gêneros (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* e *Rizhopus*) associados à espécie durante o processo de germinação das sementes. Portanto, estudos de fungos endofíticos e sua correlação com o processo de germinação para a espécie em estudo devem continuar a ser investigados.

As sementes de *O. discolor* foram classificadas nesta pesquisa, como de comportamento ortodoxo, já que toleram baixas temperaturas e secagem a baixos teores, em torno de 5% de teor de água.

As progênes de *O. discolor* apresentam variabilidade genética significativa para todos os caracteres, com temperatura de 30 °C e 30 °C com teste de resistência ao congelamento promovendo um acréscimo na porcentagem e menor tempo médio de germinação.

Os altos valores estimados para herdabilidade e acurácia seletiva sugerem que o valor fenotípico pode fornecer uma medida confiável para seleção de genótipos superiores, com o processo seletivo sendo mais efetivo quando praticado em cada ambiente.

Correlações significativas e no sentido favorável a seleção são obtidos para todos os ambientes nas associações entre os caracteres PG e IVG, tornando o processo seletivo mais simples.

As progênies 2, 7 e 16 apresentaram boas características de germinação para todas as condições de temperaturas testadas, sendo indicadas para programas de conservação, melhoramento e produção de mudas da espécie, além de poderem ser armazenadas por longos períodos sob baixa temperatura provendo ainda o aumento do vigor.

Dezoito (18) sementes de *O. discolor* são suficientes para a realização das análises biométricas com boa acurácia na seleção de genótipos.

## 7. REFERÊNCIAS

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

AMARAL, D. D. do.; JARDIM, M. A. G.; COSTA-NETO, S. V.; BASTOS, M. de N. do. C. Síndromes de dispersão de propágulos e a influência da floresta amazônica na composição de espécies lenhosas de uma restinga no litoral norte brasileiro. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 3, p. 28-37, 2015.

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

AOSA, Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA: p. 88, 1983.

ARAÚJO, D. B. Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários. (**Dissertação de Mestrado**). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.

BARBIERI, A.; CARNEIRO, M. A.C.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Nodulação em leguminosas florestais em viveiros no sul de Minas Gerais. **Cerne**, v. 4, n. 1, p.145-153, 1998.

BARROS, S. V. dos. S.; PIO, N. DA. S.; NASCIMENTO, C. C. do.; COSTA, S. de. S. Avaliação do potencial energético das espécies florestais *Acacia auriculiformis* e *Ormosia paraensis* cultivadas no município de Iranduba/Amazonas, Brasil. **Madera y Bosques**, v. 15, n. 2, p. 59-69, 2009.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. ed. London: Academic Press, 1998. 666 p.

BASKIN, C. C; BASKIN, J. M. Um sistema de classificação para dormência de sementes. **Pesquisa em Ciência de Sementes**, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2004.

BASQUEIRA, R. A.; PESSA, H.; LEAL, T. DE. S.; MORAES, C. P. DE. Superação de dormência em *Ormosia arborea* (Fabaceae: Papilionoideae) pela utilização de dois métodos de escarificação mecânica em diferentes pontos do tegumento. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 4, n. 3, p. 547-561, 2011.

BENVENUTI, S.; MACHIA, M. Light environment, phytochrome and germination of *Datura stramonium* L. seeds. **Environmental and Experimental Botany**, v. 38, p. 61-71, 1997.

BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, 1997.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**. Berlin: Springer Verlag, 1978. v. 1, 306 p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2° ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Sementes: Fisiologia do desenvolvimento, germinação e dormência**, 3ª ed. New York: Springer. 2013. 392 p.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2ed. New York: Plenum Press, 1985. 367 p.

BEZERRA, F. T. C.; ANDRADE, L. A. de.; BEZERRA, M. A. F.; PEREIRA, W. E.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, L. S. B. de.; FEITOSA, R. C. Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em *Cassia grandis* L. f. (Fabaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 2863-2876, 2012.

BIANCHETTI, A. Produção e tecnologia de sementes de essências florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIRO FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...Curitiba: FUPEF**, 1981. p. 15-42.

BIERNASKI, A.; RIOYEI, A.; SILVA, L. D. Variabilidade genética para caracteres juvenis de progênies de *Cedrela fissilis* VELL: Subsídio para definição de zonas de coleta e uso de sementes. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 49-58, 2012.

BONNER, F. T. Storage of seeds: potential and limitations for germplasm conservation. **For Ecol Manag**, v. 35, p. 35-43, 1990.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 6. ed. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. M. C.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83-135.

BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. DA. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 15-21, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal. Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 2009. 399 p.

BRASIL. Lei n. 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas - SNSM, e dá outras providências. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Poder executivo, Brasília, DF, 5 ago. 2003. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2003/L10.711.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.711.htm)>. acesso em março de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA, 2013. 98 p.

BURGER, H. **Seedlings of some tropical trees and shrubs mainly of South East Asia**. ed. Wageningen: PUDOC, 1972. 399 p.

BUSO, J. A. Estimativas de parâmetros genéticos de caracteres de plantas e bulbo de cebola (*Allium cepa* L.). Dissertação (**Mestrado**). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1978. 132 p.

- CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; MESQUITA, M. R.; SANTOS, B. A.; BRUM, H. D. **Guia de Propágulos e Plântulas da Amazônia**. Vol 1. Manaus; editora INPA. 2008. 168 p.
- CAMARGOS, J. A. A.; CORADIN, V. T. R.; CZARNESK, C. M.; OLIVEIRA, D.; MEGUERDITEHIAN, I. **Catálogo de árvores do Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Laboratório de Produtos Florestais – Brasília: Editora IBAMA, 2ª ed., 2001. 896 p.
- CARVALHO, N. M. **A secagem de sementes**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2005. 184 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588 p.
- CASAL, J. J.; CANDIA, A. N.; SELLARO, R. Light perception and signalling by phytochrome A. **Journal of Experimental Botany**, v. 12, p. 1-11, 2013.
- CASAL, J. J.; SÁNCHEZ, R. A. Phytochromes and seed germination. **Seed Science Reserch**, v. 8, p. 317-329, 1998.
- 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. p.51-68.
- CHEROBINI, E. A. L.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.
- CIRIO, G. M; LIMA, M. L. R. Z. C. Métodos de detecção do gênero *Aspergillus* em sementes de milho (*Zea mays* L.) em 270 dias de armazenamento. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 19-23, 2003.
- COIMBRA, R. A.; TOMAZ, C. A.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.
- CONCEIÇÃO, C. C. C.; MOTA, M. G. C.; KATO, A. K. Estimativa de parâmetros genéticos para a germinação de sementes de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 32, p. 47 - 54, 1999.
- COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.
- COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 2. ed. New York: Macmillan, 1985. 321 p.
- COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V. de; GONÇALVES, P. de. S.; REGO, F. L. H.; CONTINI, A. Z.; ROA, R. A. R. Genetic evaluation of *Hevea brasiliensis*. **Floresta & Ambiente**, v.12, n. 2, p. 08-14, 2006.
- CRUZ, C. D. A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. v. 2. Viçosa: UFV, 2014. 668 p.

- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**, 4ª ed. Viçosa, UFV. 2014. 514 p.
- DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. 174 p.
- DHINGRA, O. D. Prejuízos causados por microrganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 139-145, 1985.
- DHINGRA, O. D.; MUCHOVEJ, J. J.; CRUZ FILHO, J. Tratamento de sementes (Controle de patógenos). Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 1980. 121p.
- DUARTE, M. M.; MILANI, J. E. F.; BLUM, C. T.; NOGUEIRA, A. C. Germinação e morfologia de sementes e plântulas de *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby & J. W. Grimes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 166-173, 2015.
- DUCKE, A. **Notas sobre a flora Neotrópica II: As Leguminosas da Amazônia Brasileira**. In: Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte. 1949. 248 p.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. **Ceres**, v. 60, n. 1, p: 72-78, 2015.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, v. 41, p. 1167-1174, 1990.
- ELLIS, R. H.; MAI-HONG, T.; HONG, T. D.; TAN, T. T.; XUAN-CHUONG, N. D.; HUNG, L. Q.; NGOC-TAM, B.; LE-TAM, V. T. Comparative analysis by protocol and key of seed storage behaviour of sixty Vietnamese tree species. **Seed Science and Technology**, v. 35, p. 459-475, 2007.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. Effect of temperature and moisture on the germination of papaya seeds. **Seed Science Research**, v.1, n.1, p.69-72, 1991.
- FABACEAE in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB83509>>. Acesso em: 27 Jun. 2018.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Editora UFV. 1987. 279 p.
- FEHR, W.R. **Principles of cultivar development - theory and technique**. (2. ed.). New York: Macmillan Publishing Co, 1987. 536 p.
- FENNER, M. **Seed ecology**. ed. London: Chapman & Hall; Outline Studies in Ecology Series. Figliolia, 1993. 151 p.
- FENNER, M.; THOMPSON, K. **The Ecology of Seeds**. Cambridge, Press Syndicate of the University of Cambridge, 2005. 260 p.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- FERREIRA, F. A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570 p.



- FINCH-SAVAGE, W.E.; FOOTITT, S. To germinate or not to germinate: a question of dormancy relief not germination stimulation. **Seed Science Research**, v. 22, p. 243-248, 2012.
- FLORIANO, E. P. **Germinação e Dormência de Sementes Florestais**. In: Caderno Didático nº 2. 1 Ed., Santa Rosa – RS: ANORGS. 2004. 19 p.
- FOSSATI, L. C. Ecofisiologia da germinação das sementes em populações de *Ocotea puberula* (Rich.) Ness, *Prunus sellowii* Koehne e *Piptocarpha angustifolia* Dusén Ex Malme. 176 p. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas, Documentos, 40). 2000. 27 p.
- FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S.; VERARDI, C. K.; PINHEIRO, A. N. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. **Revista do Instituto Florestal**, v.18, n. (único), p. 95-102, 2006.
- GARCIA, L. C.; SOUSA, S. G. A.; LIMA, R. B. M. **Coleta e manejo de sementes florestais da Amazônia**. 2. ed. ampl. Brasília: Embrapa Amazônia Ocidental, (ABC da agricultura familiar, 39). 2015. 33 p.
- GINWAL, H. S.; GERA, M. Genetic variation in seed germination and growth performance of 12 *Acacia nilotica* provenances in India. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 12, n. 2, p. 286-297, 2000.
- GODOI, S.; TATAKI, M. Efeito da temperatura e a participação do fitocromo no controle da germinação de sementes de embaúba. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, p. 87-90, 2005.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRAGA-JUNIOR, J. M.; VIANA, J. S.; COLARES, P. N. Q. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.
- GURSKI, C.; DIAS, E. S.; MATTOS, E. A. de. Caracteres de sementes, plântulas e plantas jovens de *Ormosia arboea* (Vell.) Harms e *Ormosia fastigiata* TUL. (LEG-PAPILIONOIDEAE). **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 37-48, 2012.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. 469 p.
- HANG, S.; VINCENT, M. A. *Ormosia*. In: Flora of China, ed. Z. Y. Wu, P. H. Raven, and D. Y. Hong. (Fabaceae). ed. Beijing and St. Louis: Science Press and Missouri Botanical Garden Press, v.10, p. 73-85, 2010.
- HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. ed. Curitiba: FUPEF, 2006. 299 p.
- HILHORST, H. W. Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: Bradford KJ, Nonogaki H, editors. **Seed development, dormancy and germination**. Oxford: Blackwell Publishing, p. 50-67. 2007.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55 p.

- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Storage. In: **Tropical Tree Seed Manual**, (ed. J.A. Vozzo), pp. 125-135, 2002.
- HU, X. W.; WANG, Y. R.; WU, Y. P.; BASKIN, C. C. Role of the lens in controlling water uptake in seeds of two Fabaceae (Papilionoideae) species treated with sulphuric acid and hot water. **Seed Science Research**, Washington, v. 19, p. 73-80, 2009.
- IBAMA. Ecosistemas Brasileiros: Amazônia. Disponível em: [www.ibama.gov.br/ecosistemas/amazonia.htm](http://www.ibama.gov.br/ecosistemas/amazonia.htm). Acesso em. 10 nov 2017.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). Handbook of vigour test methods. Zurich, Switzerland, 1981, 72 p.
- JOHNSON, H. W., ROBINSON, H. F., COMSTOCK, R. E. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and their implications in selection. **Agronomy Journal**, v. 47, n. 10, p. 477-483, 1955.
- KAGEYAMA, P. Y.; DIAS, I. S. Aplicación de conceptos genéticos a espécies forestales nativas en Brasil. **Información sobre Recursos Genéticos Forestales**, 1985. 10 p. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/006/R3812S/R3812S02.htm>. Acesso em 10 ago. 2018.
- KAGEYAMA, P. Y. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Tese** (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 125 p, 1980.
- KANASHIRO S. Efeitos de diferentes substratos na produção da espécie *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker em vasos. **Dissertação** (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 79 p, 1999.
- KUNIYOSHI, Y. S. Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma Floresta com Araucária. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 233 p, 1983.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. ed. Washington: Secretaria da OEA, 1983. 173 p.
- LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the Physiology of Seed Germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature Effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. p. 37-56. 1987.
- LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; SANTOS, Á. F. DOS. Detecção, transmissão, patogenicidade e controle químico de fungos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*). **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 2, p. 134-139, 2010.
- LIMA JUNIOR, M. J. V.; MENDES, A. M. S. Importância do teor de água no manejo de sementes. In: LIMA JUNIOR, Manuel de Jesus Vieira (Org.). **Manejo de sementes para o cultivo de espécies**. ed. São Paulo: Brasil Seikyo; Manaus: Universidade Federal do Amazonas – UFAM, 2016, p. 117-125.
- LIMA, C. R. DE.; BRUNO, R. DE. L. A.; SILVA, K. DA. R. G. DA.; PACHECO, V. P.; ALVES, E. U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014.

- LIMA, M. J.; HONG, T. D.; ARRUDA, Y. M. B. C.; MENDES, A. M. S.; ELLIS, R. H. Classification of seed storage behaviour of 67 Amazonian tree species. **Seed Science Technology**, v. 42, p. 363-392, 2014.
- LIMA, S.; VIEIRA, M. DAS G. G. Estudo de espécies madeireiras da família Fabaceae Lindley de interesse econômico na região amazônica, incorporadas ao herbário do INPA-MANAUS/AM. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIÊNCIA DO PIBIC/INPA, BOT 05, 2001, p. 19-22.
- LIRA, L. P. D. Agrupamento ecológico e funcional de espécies florestais da Amazônia Central. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 2011. 82 p.
- LONNQUIST, J. H., LINDSEY, M. F. Topcross versus S1 line performance in corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, v. 4, p. 580-584, 1964.
- LOUREIRO, A. A.; LISBOA, P. L. B. Anatomia do lenho de seis espécies de *Ormosia* (Leguminosae) da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 9, n. 4, p. 731-746, 1979.
- MACHADO, C. F.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, J. A. de.; GUIMARÃES, R. M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de Ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl)Nicholson). **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002.
- MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: MEC-ESAL-FAEPE, 1988. 106 p.
- MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.
- MACKAY, D. B. The measurement of viability. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 172-208.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop. Science**, v. 9, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. (Coord.). **Manual de Análise de Sementes Florestais**. Campinas: Fundação Cargill. 1988. p. 25-40.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2º ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARCOS FILHO J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C; VIEIRA, R. D; FRANÇA NETO, J.B (eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1- 21.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3 - 24.
- MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep. 1994. p. 133-150.

- MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CICERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 11-39.
- MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; FONSECA, D. M. da; CRUZ, C. D.; CUNHA, D. de N. F. V. da. Repetibilidade de caracteres agrônômicos em *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1975-1981, 2007.
- MASCHIO, L. M. A.; MACEDA, A.; RAMOS, A. Fungos em sementes de espécies florestais com potencial agrossilvicultura no Paraná. In: Congresso florestal Brasileiro, São Paulo, 1990. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/300048/1/FungosSementes0001.pdf>>. Acesso em 08 de abr/ 2019.
- MAYRINCK, R. C.; VILELA, L. C.; PEREIRA, T. M.; RODRIGUES JUNIOR, A. G.; DAVIDE, A. C.; VAZ, T. A. A. Seed desiccation tolerance/sensitivity of tree species from Brazilian biodiversity hotspots: considerations for conservation. **Trees**, v. 33, p. 1-9, 2019.
- MEIRELES, J. E. *Ormosia*. In: FORZZA, R. C.; et al. (Eds.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio/Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. p. 1072-1073.
- MILBERG, P. Weed seed germination after short-term light exposure: germination rate, photon fluence response and interaction with nitrate. **Weed Research**, v. 37, p. 157–164, 1997.
- MIRANDA, J. E. C.; COSTA, C. P.; CRUZ, C. D. Correlações genotípica, fenotípica e de ambiente entre caracteres de fruto e planta de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Revista Brasileira de Genética**, v. 11, n. 2, p. 457-468, 1988.
- MOREIRA, F. M. de S.; MOREIRA, F. W. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da amazônia em condições de viveiro. **Acta Amazonica**, v. 26, n. 1/2, p. 3-16, 1996.
- MOREIRA, F. M. DE S.; SILVA, M. F. DA; FARIAS, S. M. de. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region of Brazil. **New Phytologist**, v. 121, n. 4, p. 563-570, 1992.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Cairo, v. 7, p. 40-57, 1978.
- NASCIMENTO JÚNIOR, L. G. L.; LOPES, M. T. G.; VALENTE, M. S. F.; MARTINS, C. C.; COLARES, C. R. B.; LIMA JÚNIOR, M. J. V. Estimativa de parâmetros genéticos em sementes de caroba. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 59, n. 4, p. 311-319, 2016.
- NASCIMENTO, W. M. O.; CRUZ, E. D.; MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M. Qualidade sanitária e germinação de sementes de *Pterogyne nitens* TULL. (Leguminosae – Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 149-153, 2006.
- NELSON, A. Hard seeds in Leguminosae. **Nature**, p. 804-805, 1926.
- NIKLAS, K. J. **Plant allometry**: the scaling of form and process. The University of Chicago Press, 1994, 395 p.

- NUNES, R. A. F.; SOUZA, H. J. R.; XAVIER JUNIOR, S. R.; SILVA, R. C. V. M. da. Levantamento do gênero *Ormosia* Jacks (Leguminosae-Papilionoideae) no herbário da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil. 2012. Disponível em: <[https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/952804/1/CongressoBotanica\\_p49.pdf](https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/952804/1/CongressoBotanica_p49.pdf)>. Acesso em 17 ago. 2018.
- OGAWA, M.; HANADA, A.; YAMAUCHI, Y.; KUWAHARA, A.; KAMIYA, Y.; YAMAGUCHI, S. Gibberellin biosynthesis and response during Arabidopsis seed germination. **Plant Cell**, v. 15, p. 1591-1604, 2003.
- OLIVEIRA, A. K. M.; RIBEIRO, J. W. F.; PEREIRA, K. C. L.; SILVA, C. A. A. Effects of temperature on the germination of *Diptychandra aurantiaca* (Fabaceae) seeds. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 203-208, 2013.
- OLIVEIRA, A. K. M.; SOUZA, J. S.; CARVALHO, J. M. B.; SOUZA, S. A.; BOCCHESE, R. A. Germinação de sementes e crescimento de *Ormosia arborea* em diferentes temperaturas e substratos. **Gaia Scientia**, v. 10, n. 4, p. 262-271, 2016.
- OLIVEIRA, L. M.; BRUNO, R. de. L. A.; ALVES, E. U.; SOUSA, D. M. M.; ANDRADE, A. P. de. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Samanea tubulosa* Bentham - (Leguminosae- Mimosoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 433-440, 2012.
- OLIVEIRA, S. A. G.; LOPES, M. T. G, CHAVES, F. C. M, MARTINS, C. C., ALVES, E. U. Estimation of genetic parameters of *Plukenetia volubilis* L. seed germination. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 56, Supl, p. 49-54, 2013.
- OTSUBO, H. C. B.; MORAES, M. L. T.; MORAES, M. A.; JOSÉ NETO, M.; FREITAS, M. L. M.; COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; SEBBENN, A. M. Variação genética para caracteres silviculturais em três espécies arbóreas da região do bolsão sul-mato-grossense. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 535-544. 2015.
- PACHECO, M. V.; SILVA, C. S. DA.; HOLBIG, L DOS. S.; HARTE, F. S.; VILLELA, F. A. Avaliação da qualidade fisiológica dos raios de sementes de *Schinus terebinthifolius*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 762-767, 2011.
- PACHECO, M. V.; LICIA, A.; MATOS, V. P.; LUIZ, R. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth.& Hook f.ex S.Moore. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n. 2, p.143-150, 2008.
- PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.
- PEDRON, F. A.; MENEZES, J. P.; MENEZES, N. L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 585-586 2004.
- PENNINGTON, R. T., STIRTON, C. H., SCHRIRE, B. D. Tribe *Sophoreae*. In: LEWIS, G.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. (Eds.). **Legumes of the world**: Royal Botanic Gardens, Kew, 2005. p. 227-249.
- PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Eds.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre. Artmed. 2004. p. 125-145.

- PERRY, D. A. Reporto f the vigour test committee 1974-1977. **Seed Science and Technology**, New Dehli, v. 6, p. 159-181, 1978.
- PICK-UPAU; PICOLO, G.; ANDRADE, J.; NASCIMENTO, A. Avaliação da germinação e superação de dormência de sementes de Olho-de-cabra (*Ormosia arborea* (Vell.) Harms) em condições de viveiro aliado à cultura indígena Guarani. **Darwin Society Magazine**, v. 2 n. 2, p. 27, 2012.
- PIÑA-RODRIGUEZ, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. 478 p.
- POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. **Advances in Legume Systematics**. ed. Royal Botanic Gardens, Kew, 1981. 425 p.
- PONS, T. L. Seed responses to light. In: FENNER, M. (Ed.) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford, CABI Publishing. 2000. p. 237-260.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- PUPIN, S.; FREITAS, M. L. M. de.; CANUTO, D. S. de. O.; SILVA, A. M. DA.; MARIN, A. L. A. MORAES, M. L. T. de. Variabilidade genética e ganhos de seleção em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Nativa**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 59-65, 2017.
- RADAMBRASIL. Mapa Fitoecológico. Santarém Folha AS. 21, 1976a.
- RADAMBRASIL. Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Levantamento de Recursos Naturais, 10. Rio de Janeiro, Folha SA21, 522 p. 1976b.
- RECORD, S. J., HESS, R. W. **Timbers of the new world**. ed. New Haven: Yale University Press, 1949. 640 p.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.
- REIS, M. S.; MARTINS, P. S. Avaliação do grau de dormência das sementes de espécies de *Stylosanthes* Sw. **Revista Ceres**, Piracicaba, v. 36, n. 206, p. 357-364, 1989.
- RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical** (UFG), v. 37, p. 182-194, 2007.
- RIBEIRO, V. V.; BRITO, N. M. de. Fungos Associados a Sementes De *Cnidocolus quercifolius* Pohl Et Baile Em Épocas Distintas. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 4, n. 1, p. 73-76, 2010.
- RICKLI, H. C.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S.; RIBAS, K. C. Z. Germinação de sementes de *Vochysia bifalcata* em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 669-676, 2014.
- RIOS, P. A. F.; ARAUJO NETO, J. C.; V. M., FERREIRA; NEVES, M. I. R. S. Morfometria e germinação de sementes de *Aechmea costantinii* (Mez) L. B. Sm. (BROMELIACEAE). **Revista Caatinga**, v. 29, p. 85-93, 2016.

- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Tecnology**, Zurich, v. 1, p. 499-514, 1973.
- ROBERTS, R. H. ELLIS, R. H. Physiological, ultrastructural and metabolic aspects of seed viability. In: The Physiological and Biochemistry of seed Development Dormancy and Germination (A. A. Khan, ed.), **Elsevier Biomedical Press**, Amsterdam. 1982. p. 465-485.
- ROCHA, M. M.; CAMPELO, J. E. G.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, A. C. de. A. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, v. 8, n. 1, p. 135-141, 2003.
- RODRIGUES FILHO, J.; CORTE, V. B.; PERIN, I. T. de. A. L. Quebra de dormência em *Senna pendula* (Willd.) HS Irwin e Barneby. **Floresta Ambient.**, v. 26, n. 1, p. 1-10, 2018.
- RODRIGUES, R. S.; TOZZI, A. M. G. A. Morfologia de plântulas de cinco leguminosas genistóides arbóreas do Brasil (Leguminosae- Papilionoideae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 599-607, 2007.
- RUDD, V. E. The American species of *Ormosia* (Leguminosae). **Contr. U.S. Natl. Herb.**, v. 32, n. 5, p. 279-384, 1965.
- RUTLEDGE, J. J. A scaling which removes bias of Abeywardena's estimator of repeatability. **Journal Genetics**, v. 61, p. 247-250, 1974.
- SALLES, I. S.; BUCKERIDGE, M. S. Alometria e arquitetura de árvores. **Revista da Biologia**, v. 12, n. 1, p. 17-20, 2014.
- SANTOS, F. E. M.; SOBROSA, R. C.; COSTA, I. F. D.; CORDER, M. P. M. Detecção de fungos patogênicos em sementes de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 13-20, 2001.
- SANTOS, L. S.; CABRAL, G. P.; COSTA, R. R. G. F. Variabilidade genética entre e dentro de progenies de epê rosa (*Handroanthus avellanadae* (Lorentz ex Griseb.) Mattos (Bignoniaceae). **Global Science Technology**, v.7, n.2, p. 98-105, 2014.
- SANTOS, V. L. M.; PEREIRA, M. F. A. Germinação de duas cultivares de beterraba açucareira: efeito da luz e temperatura. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 10, p. 15-20, 1987.
- SCHULTES, R. E. **De plantis toxicariis e mundo novo tropicale**ed. Harvard University Herbaria Stable. v. 21, 1967. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/41762252>. Acesso em: 28 ago. 2018.
- SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C.; MORAES, E.; MORAES, M. L. T. Comportamento da variação genética entre e dentro de procedências e progênes de *Gallesia integrifolia* Vell. Moq. para caracteres quantitativos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 2, p.151-163, 2009.
- SEO, M. NAMBARA, E.; CHOI, G. E.; YAMAGUCHI, S. Interaction of light and hormone signals in germinating seeds. **Plant Molecular Biology**, v. 69, p. 463-472, 2009.
- SHIMIZU, J. Y.; KAGEYAMA, P. Y.; HIGA, A. R. **Procedimentos e recomendações para estudos de progênes de essências florestais**. Curitiba: EMBRAPA/ URPFCs, 34p, 1982. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17018/1/doc11.pdf>>. Acesso em 30 ago. 2018.

SILVA, B. M. DA. S.; SILVA, C. de. O.; MÔRO, F. V.; VIEIRA, R. D. Morphoanatomy of fruit, seed and seedling of *Ormosia paraensis* Ducke. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 4, p. 192-198, 2015.

SILVA, K. A.; MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; CAMPOS, W. H. Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, v. 39, n. 5, p. 811-820, 2015.

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

SIQUEIRA, W. J.; ILLG, R. D.; FORNASIER, J. B.; GRANJA, N. P.; LISBÃO, R. S.; ANTOS, R. R. Correlações fenotípica, genética aditiva e ambiental em cenoura. **Bragantia**, v. 52, n. 1, p. 17-26, 1993.

SIQUEIRA, W. J.; ILLG, R. D.; FORNASIER, J. B.; GRANJA, N. P.; LISBÃO, R. S.; SANTOS, R. R. Estimativas de parâmetros genéticos e eficiência de três métodos de seleção no melhoramento da cenoura, variedade Campinas. **Revista Brasileira de Genética**, v. 17, n. 4, p. 417-424, 1994.

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

SOUZA, L. A. (Org.). **Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. 1.ed. Ponta Grossa: Toda Palavra, 2009. 280 p.

SOUZA, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal: células, tecidos, órgãos e plântulas**. 1.ed. Ponta Grossa: UEPG, 2003. 258 p.

SOUZA, O. M.; SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. D. G.; CHAGAS, E. A.; CHAGAS, P. C.; LIMA, C. G. B.; MORAIS, B. S. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de plântulas de populações de Camu-Camu. **Scientia Agropecuária**, v. 8, n. 2, p. 119-125, 2017.

STEEGE, H. T.; PITMAN, N. C. A.; SABATIER, D.; BARALOTO, C.; SALOMÃO, R. P.; et al. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. **Science**, v. 342, p. 325-334, 2013.

STEIN, R. L. B.; LEÃO, N. V. M.; CARVALHO, J. E. U. Health testes on native Amazon Forest tree seeds. In: PROCHÁZKOVÁ, Z.; SUTHERLAND, J. R. **Proceedings of the ISTA Tree Seed Pathology Meeting**. Opocno: ISTA, 1997. p. 108-111.

STIRTON, C.; G. AYMARD. *Ormosia* (Fabaceae). In: Flora of the Venezuelan Guayana. STEYERMARK, J. A.; BERRY, P. E.; YATSKIEVYCH, K.; HOLST, B. K. St. Louis: Missouri Botanical Garden. v.5. p. 364-372, 1999.

SUFRAMA. O Distrito Agropecuário da SUFRAMA. 1999. 31 p.

TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; CASAROLI, D.; CANEDO, S. DE. C.; BARBOSA, K. A. Avaliação de métodos para superação de dormência na germinação de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms. **Biotemas**. v. 24, n. 4, p. 25-29, 2011.

TOMAZ, J. S.; LOPES, M. T. G.; VALENTE, M. S. F.; MARTINS, C. C.; COLARES, C. R. B.; LIMA JÚNIOR, M. J. V.; MUNIZ, G. I. B.; ROSADO, S. I. P. Genetic



evaluation of seed germination and development of seedlings in *Ormosia excelsa* Benth. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 48, n. 3, p. 331-342, 2018.

TONIN, G.A. Efeito da época de colheita, condições de armazenamento, substratos e sombreamento na emergência de plântulas e produção de mudas de *Ocotea porosa* (Nesst Martius ex. Nees) (Lauraceae) e de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae). **Tese** (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005. 169 p.

VALENTE, M. S. F.; LOPES, M. T. G.; CHAVES, F. C. M.; OLIVEIRA, A. M.; FREITAS, D. R. B. Repeatability of biometric and fruit and seed yield traits of sacha inchi. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 47, n. 3, p. 195-202, 2017.

VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Aplicação do teste de vigor em sementes. **Série Registros**, São Paulo, n. 14, p. 75-84, 1995.

VARGAS-SIMÓN, G.; MARTÍNEZ-ZURIMENDI, P.; DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, M.; PIRE, R. Seed germination in *Ormosia macrocalyx*, na endangered tropical forest tree. **Botanical Sciences**, v. 95, n. 2. p. 329-341, 2017.

VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. Importância da qualidade sanitária de sementes florestais na produção de mudas. **O Biológico**, v. 75, n. 1, p. 27-32, 2013.

VOGEL, E. F. **Seedlings of dicotyledons**: structure, development, types: descriptions of 150 woody Malesian taxa. ed. Wageningen: Centre for Publishing and Documentation, 1980. 445 p.

WALLER, D. M. The dynamics of growth and form. In: **Plant Ecology** Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1986. p. 291-320.

YAMAGUCHI, S. Gibberellin metabolism and its regulation. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 225-251, 2008.

YAMAGUCHI, S.; KAMIYA, Y. Gibberellin biosynthesis: Its regulation by endogenous and environmental signals. **Plant Cell Physiology**, v. 41, p. 251-257, 2000.