

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

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CARACTERES DE SEMENTES DE
Stryphnodendron pulcherrimum SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TEMPERATURA



MANAUS – AM
2018

IVINNE NARA LOBATO DOS SANTOS

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CARACTERES DE SEMENTES DE
Stryphnodendron pulcherrimum SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TEMPERATURA

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

Orientadora: Dr.^a Maria Teresa Gomes Lopes

MANAUS – AM
2018

Ficha Catalográfica

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

S237e Santos, Ivinne Nara Lobato dos
Estimativa de parâmetros genéticos em caracteres de sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum* sob diferentes níveis de temperatura / Ivinne Nara Lobato dos Santos. 2018
56 f.: il. color; 31 cm.

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

1. Teste de progênie. 2. Espécie florestal nativa. 3. Ganho de seleção. 4. Semente. I. Lopes, Maria Teresa Gomes II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



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



PARECER
Defesa nº 203

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, após arguir da mestranda **IVINNE NARA LOBATO DOS SANTOS**, em relação ao seu trabalho de dissertação intitulada “**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CARACTERES DE SEMENTES DE *Stryphnodendron pulcherrimum* SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TEMPERATURA**” é de parecer favorável à aprovção da mestranda habilitando-a ao título de Mestre “*Magister Scientiae*” em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em **CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS (CIFA)**.

Doutora Maria Teresa Gomes Lopes
Professora da Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Presidente

Doutor Manuel de Jesus Vieira Lima Júnior
Professor da Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Primeiro (a) Examinador (a)

Doutor Magno Sávio Ferreira Valente
Pesquisador da Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Segundo (a) Examinador (a)



Manaus, 31 de agosto de 2018.

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

AGRADECIMENTOS

À Deus;

À minha família, em especial minha mãe Ana Irene Auzier Lobato, ao meu pai Israel Lopes dos Santos e as minhas irmãs Ingrid, Isabelle e Ianne, pelas orações, apoio e incentivo; Ao Miguel, pela compreensão, apoio e incentivo nessa jornada científica.

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

Ao CNPq que concedeu a bolsa de pesquisa para a realização deste trabalho;

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

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

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

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

Ao grupo de laboratório e colegas de turma, pelo conhecimento compartilhado, pelo apoio, motivação e orações;

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

AGRADEÇO.

RESUMO

Stryphnodendron pulcherrimum (Wild.) Hochr. é uma espécie pioneira pertencente à família Fabacea. É normalmente encontrada na Amazônia e no sul da Bahia nas florestas Amazônica e Atlântica e também está presente nas Guianas, Venezuela e Colômbia. Ocorre preferencialmente em florestas secundárias, sendo recomendada para arborização, reflorestamento ecológico, recuperação de áreas degradadas, extração de tanino. No entanto, existe dificuldade de obtenção de mudas devido à presença de dormência tegumentar e germinação desuniforme de suas sementes, bem como conhecimento da natureza e da variabilidade genética da população, que é fundamental para o sucesso do programa de melhoramento genético quando adota o método de seleção para o desenvolvimento de genótipos superiores. Os objetivos deste trabalho foram estimar parâmetros genéticos em caracteres de sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*, sob diferentes temperaturas, além de indicar matrizes superiores para a produção de mudas, a fim de subsidiar estratégias para a domesticação e melhoramento da espécie. Foram coletadas sementes de 21 matrizes de *S. pulcherrimum* presentes no município de Apuí, Amazonas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Os testes de germinação foram conduzidos em temperaturas de 25, 30 e 35 °C, com avaliação diária durante 20 dias. Foram realizadas análises de variância individual e conjunta e estimados parâmetros genéticos e ganho de seleção para a porcentagem de germinação, tempo médio de germinação e os índices de sincronização e de velocidade de germinação. A análise biométrica das sementes também foi considerada bem como o teor de água. A presença de variabilidade genética e altos valores de herdabilidade e acurácia seletiva (>69%) para todos os caracteres de germinação sugerem que o valor fenotípico pode fornecer uma medida confiável para seleção de genótipos superiores. A maior porcentagem de germinação foi obtida no ambiente de 25 °C (92%), havendo decréscimo de sementes geminadas e tempo médio de germinação com o aumento da temperatura. Correlações significativas entre os caracteres e no sentido favorável a seleção torna o processo seletivo mais simples, com as progênies 11, 14 e 15 apresentando boas características de germinação para todos os ambientes analisados. Quatorze sementes de *S. pulcherrimum* são suficientes para a realização das análises biométricas com boa acurácia na seleção de genótipos superiores.

Palavras-chave: Teste de progênie; espécie florestal nativa; ganho de seleção, semente

ABSTRACT

The aims of this work were to estimate the genotypes of *Stryphnodendron pulcherrimum* under different temperatures, besides indicating superior matrices for the production of seedlings, a subsidiary strategy for the domestication and breeding of the species. Seeds were collected from 21 matrices of *S. pulcherrimum* from the city of Apuí, Amazonas. The experiment was completely randomized, with four replications of 25 seeds. The germination test was conducted at temperatures of 25, 30 and 35 ° C, during 20 days. In The individual and joint analyzes of variance, estimative of genetic parameters and selection gain were chosen for percentage of germination, mean germination time, and the rates of synchronization and germination speed were determined. The presence of genetic variability and high heritability values and selective accuracy (> 69%) for all germination traits suggest that the phenotypic value may provide a reliable measure for the selection of superior genotypes. The highest percentage of germination was obtained in the environment of 25 ° C (92%), with decreasing germinated seeds and mean germination time with increasing temperature. Significant correlations between the characters and the favorable selection make the selection process simpler, with progenies 11, 14 and 15 presenting good germination conditions for all analyzed environments. Fourteen seeds of *S. pulcherrimum* are sufficient to perform the biometric analyzes with good accuracy in the selection of superior genotypes.

Keywords: Progeny test; Native forest species; Selection gain; Seed

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Stryphnodendron pulcherrimum*

Figura 2. A - *Stryphnodendron pulcherrimum*, B - Nectário, C - Folhas, D - Folíolo

Figura 3. *Stryphnodendron pulcherrimum*

Figura 4. Mapa de localização das matrizes

Figura 5. Porcentagem média de germinação (A) e Frequência Relativa de germinação (B) de 21 progênes de *Stryphnodendron pulcherrimum* submetidas às temperaturas de 25, 30 e 35°C respectivamente.

Figura 6. Teor de água de 21 progênes de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

Figura 7. A - Sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum* deterioradas por fungos; B - Incidência de fungos em sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*; C - *Aspergillus*; D - *Rhizopus*.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Esquema resumido da análise de variância dos dados de germinação de sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

Tabela 2. Esquema resumido da análise de variância conjunta dos dados de germinação de sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

Tabela 3. Quadrados médios 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 25 °C.

Tabela 4. Quadrados médios 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 30°C.

Tabela 5. Quadrados médios 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 35°C.

Tabela 6. Quadrados médios 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, estimados a partir da análise conjunta dos ambientes de 25, 30 e 35°C.

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 21 progênes de *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 25, 30 e 35°C.

Tabela 8. Médias estimadas da porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) obtidas para sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*, em ambientes de 25, 30 e 35°C.

Tabela 9. 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 25, 30 e 35°C.

Tabela 10. 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 25, 30 e 35°C.

Tabela 11. Resumo da análise de variância para o peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 21 genótipos de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

Tabela 12. Médias estimadas de dados biométricos obtidos para peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 21 genótipos de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

Tabela 13. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade e respectivos coeficientes de determinação (entre parênteses) avaliadas em 21 genótipos de *Stryphnodendron pulcherrimum* considerando 30 avaliações e baseadas em diferentes metodologias.

Tabela 14. Número de avaliações necessárias associada a diferentes coeficientes de determinação (R²), estimado para peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm) de sementes avaliadas em 21 genótipos de *Stryphnodendron pulcherrimum*, considerando 30 avaliações e baseadas em diferentes metodologias.

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 progênes
- GL - Grau de liberdade
- h^2 - Coeficiente de herdabilidade
- IVG - Índice de velocidade de germinação
- °C - Unidade de medida de temperatura (Graus Celsius)
- QM - Quadrado médio
- QMP - Quadrado médio da progênie
- QMR - Quadrado médio do resíduo
- r- Número de repetições
- G x A - Interação genótipo ambiente
- VA - Variância ambiental
- VF - Variância fenotípica
- VG - Variância genética
- TMG – Tempo médio de germinação
- ISG – Índice de Sincronização de germinação
- TG – Teste de germinação
- CS – Comprimento da semente em (mm)
- P – Peso úmido da semente em (g)
- LS – Largura da semente em (mm)
- ES – Espessura da semente em (mm)

SUMÁRIO

1 . INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	17
2.1. Geral	17
2.2 Específicos	17
3 . REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1 Classificação botânica e características da espécie.....	18
3.2 Teste de progênies.....	20
3.3 Parâmetros genéticos.....	21
3.3.1 Herdabilidade.....	22
3.3.2 Ganhos de seleção	23
4 . MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 Material genético.....	25
4.2 Instalação e condução do experimento.....	26
4.3 Caracteres avaliados.....	26
4.4 Análises estatísticas.....	27
4.4.1 Análise de normalidade	27
4.4.2 Análise de variância e teste de médias	28
4.4.3 Estimativa dos parâmetros genéticos	29
4.4.4 Correlações genéticas e ambientais.....	30
4.4.5 Estratégias e ganho de seleção	31
4.4.6 Repetibilidade	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
6 . CONCLUSÕES	49
7 . REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 . INTRODUÇÃO

Stryphnodendron pulcherrimum (Wild.) Hochr. é uma espécie pertencente à família Fabacea, sendo conhecida popularmente como: barbatimão, paricazinho, faveira-camuzé ou paricarana, jubarbatimão, juerana-branca, paricazinho e caubi (OCCHIONI,1990; SILVA, *et al.* 2015). A espécie é comumente utilizada como ornamental com sucesso no paisagismo e tem sido também usada na apicultura (LORENZI, 1992).

A espécie é classificada como pioneira, com madeira considerada moderadamente pesada, macia de textura média altamente resistente e com baixa durabilidade natural. Seu tronco possui ritidoma cinza e muitos líquens, característico da espécie. Pode ser utilizada para fabricação de compensados, paletes, lenha e carvão. É também recomendada para o reflorestamento ecológico por ser altamente resistente. A espécie cresce na região amazônica e no sul da Bahia nas florestas amazônicas e atlânticas. Também está presente nas Guianas, Venezuela e Colômbia (LORENZI, 1992).

Stryphnodendron pulcherrimum possui importância para recuperação de áreas degradadas, no entanto, existe dificuldade de obtenção de mudas. Tomaz *et al.* (2018) citam que diversas espécies florestais nativas têm evitado o desaparecimento através de programas de reflorestamento, mas que esta atividade tem sido limitada por dificuldades na produção de mudas, em especial pela falta de informações triviais sobre condições ideais de germinação de sementes.

No gênero *Stryphnodendron*, que apresenta semente dura, estudos mostram que a impermeabilidade do tegumento à água pode ser superada com mecanismos de escarificação mecânica ou ácida das sementes (LEMUS FILHO *et al.*, 1997; PEREIRA *et al.*, 2016). Todavia, a germinação desuniforme ainda é um problema limitante para produção de mudas em *S. pulcherrimum*, necessitando de maiores informações do processo germinativo sob diferentes condições de cultivo.

Na avaliação de sementes de *Stryphnodendron adstringens*, observou-se que estas devem ser submetidas ao teste de germinação, após superação da dormência, em substrato de papel e nas temperaturas constantes de 25, 30 ou 35 °C ou alternadas de 20- 30 °C, por serem as condições mais favoráveis para o desempenho germinativo das sementes (MARTINS, *et al.*, 2008).

A temperatura influencia a germinação de forma generalizada, conseqüentemente, irá afetar a velocidade de germinação, velocidade de absorção de água e reações bioquímicas que determinam o processo germinativo (BASKIN & BASKIN, 1998). Dentre os diversos fatores

que afetam diretamente a germinação de sementes, a temperatura está entre os de maior influência (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Este fator está relacionado com a ecologia de cada espécie, sendo assim, a germinação de sementes irá ocorrer dentro de uma temperatura ou faixa de temperatura ideal, vale ressaltar que toda espécie tem seu intervalo ótimo de temperatura para germinar (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Para as espécies florestais subtropicais e tropicais brasileiras, a temperatura ótima de germinação situa-se entre 20 e 30 °C, uma vez que estas são temperaturas encontradas em suas regiões de origem, na época propícia para a germinação natural (BORGES & RENA, 1993).

Para espécies florestais amazônicas, as temperaturas ótimas encontradas são um pouco mais elevadas quando comparadas com as outras regiões do Brasil. Em espécies como o pau-tanino, o jenipapo, a faveira-preta, a bacabinha e o jucá, estas temperaturas são de 30 °C (MIRANDA & FERRAZ, 1999; NASCIMENTO *et al.*, 2000; NASCIMENTO *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2006; LIMA *et al.*, 2006), de 30 a 35 °C para o angelim-pedra (VARELA *et al.*, 2005) e 25 a 35 °C para o paricá (RAMOS *et al.*, 2006).

Ao longo dos anos, muito tem se discutido sobre mudanças climáticas globais e quais os efeitos que poderão causar na humanidade e nos ecossistemas em geral. Desta forma, devemos antecipar estudos a respeito e tentar evitar danos irreversíveis aos ecossistemas.

Sendo assim, podemos considerar o quanto o ambiente é importante e pode interferir no processo de germinação. Desta forma, promover estudos mais aprofundados com espécies florestais que poderão sofrer enorme influência diante das alterações climáticas, é necessário. A germinação das sementes é afetada por fatores internos como longevidade e viabilidade e externos como temperatura, luz, água e oxigênio (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

A germinação pode ser definida como a saída do estado de repouso do embrião e a retomada da atividade metabólica, sendo também o desenvolvimento do embrião e a emergência da plântula até tornar-se independente das reservas da semente (FERREIRA & BORGHETTI, 2004; CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Externamente é marcada pelo rompimento da testa e a extrusão da plântula ou raiz primária (FENNER & THOMPSON, 2005).

Com o objetivo de reduzir o tempo necessário entre a semeadura e a emergência das plântulas, bem como o aumento da resistência das sementes aos diferentes tipos de estresse ambiental, muitas técnicas têm sido propostas para a realização de tratamentos pré-semeadura (SUNE *et al.*, 2002). Há poucas informações referentes à germinação e desenvolvimento de

plântula da espécie *Stryphnodendron pulcherrimum* e, bem se sabe que o conhecimento da natureza e da variabilidade genética da população é fundamental para o sucesso do programa de melhoramento genético de uma cultura, pois permite expressar o potencial da população para a seleção (LAKSHAMA *et al.*, 2005). A seleção atua para desenvolver genótipos superiores, quanto maior a quantidade de variação presente para uma determinada característica, maior é o escopo para sua melhoria através da seleção.

Informações a respeito da variabilidade genética em populações de ocorrência natural da espécie, além de trabalhos que envolvam a caracterização dos padrões de herança de caracteres de germinação, devem ser priorizados, para que seja possível definir critérios de seleção e recombinação genética, visando à produção de materiais elites (CRUZ *et al.*, 2014). Caracteres como germinação rápida e uniforme são características desejáveis na formação de mudas para o estabelecimento de plantios e estas devem estar presentes em genótipos superiores da espécie.

Entre as variações que podem ser exploradas em programas de melhoramento, que visem o desenvolvimento de materiais genéticos com alto desempenho para a utilização em reflorestamentos, estão aquelas entre e dentro de procedências (KAGEYAMA *et al.*, 1977).

Adicionalmente, a estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies, como herdabilidade, correlações entre caracteres e ganhos com a seleção, possibilitam a escolha de métodos e caracteres utilizados nas etapas iniciais e avançadas de programas de melhoramento, permitindo ainda, estudar mecanismos, valores genéticos e variabilidade de um caráter (CRUZ *et al.*, 2014). Estudos desta natureza em caracteres de germinação podem ser observados em outras espécies florestais amazônicas (NASCIMENTO JÚNIOR *et al.*, 2016; TOMAZ *et al.*, 2018) e, em *S. pulcherrimum*, estes dados são ainda inexistentes e facilitariam a obtenção de mudas e forneceria diretrizes para a seleção de matrizes superiores para compor lotes de sementes, além de auxiliarem na domesticação e conservação de seu germoplasma (SANTOS *et al.*, 2014).

O vigor são aquelas propriedades das sementes que determinam o seu potencial para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições de ambiente (AOSA, 2009).

A importância em obter resultados que apontem sementes mais vigorosas, nos leva a inferir que o uso de tais sementes assegura o estabelecimento de uma população de plantas adequada mesmo sob condições de estresse.

A genética de populações tornou-se importante em estudos ecológicos devido à sua capacidade em descrever variações genéticas dentro e entre populações e estudar os mecanismos de manutenção da variabilidade genética (ALLENBORG & LUKART, 2007).

As espécies arbóreas tropicais apresentam grande variabilidade com relação ao tamanho dos frutos, número de sementes por frutos e massa de sementes (CRUZ *et al.*, 2001b; CRUZ & CARVALHO, 2003; GUSMAO *et al.*, 2006). A descrição biométrica constitui um instrumento importante para detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie e pode fornecer informações importantes para a diferenciação de espécies do mesmo gênero.

Nas espécies arbóreas tropicais tem-se constatado grande variabilidade nos caracteres morfométricos de frutos e sementes, sendo esta variação de grande valor ecológico, pois auxilia na diferenciação de espécies (MATHEUS & LOPES, 2007) e na determinação da variabilidade e divergência genética entre matrizes numa mesma população.

Carvalho *et al.*, (2003) afirmam que a biometria dos frutos constitui um importante instrumento para identificar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie e a relação entre esta variabilidade e os fatores ambientais. Em estudos realizados por Silva *et al.*, (2014) observaram que a alta variabilidade na biometria dos frutos podem ser promovidas tanto por fatores ambientais durante o florescimento e desenvolvimento dos frutos, como também indicar uma alta variabilidade genética na população estudada.

Estudos de estimativa de parâmetros genéticos de caracteres de sementes em *S. pulcherrimum* permitem inferir sobre a variabilidade genética quando submetida à diferentes níveis de temperatura e realizar a seleção de progênies superiores.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Estimar parâmetros genéticos em caracteres de sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum* nas condições de temperatura 25 °C, 30 °C e 35 °C, a fim de subsidiar estratégias para a domesticação e melhoramento da espécie.

2.2 Específicos

- Analisar a germinação e o vigor dos lotes de sementes de progênies de *Stryphnodendron pulcherrimum* nas condições de temperatura 25 °C, 30 °C e 35 °C;
- Verificar se existe interação Progênies x Temperatura para a avaliação de caracteres de sementes de progênies de *Stryphnodendron pulcherrimum* nos diferentes ambientes (temperatura 25 °C, 30 °C e 35 °C);
- Analisar as correlações genéticas entre os caracteres de germinação;
- Realizar a seleção de matrizes superiores para caracteres de germinação de sementes;
- Estimar o coeficiente de repetibilidade dos caracteres biométricos;

3 . REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Classificação botânica e características da espécie

Stryphnodendron pulcherrimum (Wild.) Hochr., é uma espécie pertencente à família Fabacea é popularmente conhecida como Leguminosa, possui distribuição cosmopolita e, contém aproximadamente 18.000 espécies em cerca de 650 gêneros. Na Amazônia, a família possui uma relevante importância econômica, onde muitas espécies são utilizadas na indústria moveleira, na fabricação de corante, como plantas frutíferas, produção de óleo, como fitoterápico, para a produção industrial de inseticidas, confecção de biojóias, gemas orgânicas e objetos de decoração (RIBEIRO *et al.*, 1999; FERREIRA *et al.*, 2005).

A espécie *S. pulcherrimum* possui uma variedade de nomes populares como: barbatimão, paricazinho, faveira-camuzé ou paricarana (OCCHIONI,1990) e jubarbatimão, juerana-branca, paricá. De acordo com Lorenzi (1992), é uma espécie pioneira que ocorre preferencialmente em florestas secundárias mais jovens ou mais antigas de terras mais altas ou terras arenosas ou argilosas bem drenadas com fertilidade média. Esta espécie produz anualmente uma boa quantidade de sementes e também é recomendada para o reflorestamento. A emergência ocorre dentro de duas a três semanas e a taxa de germinação é geralmente baixa.

Árvore de subdossel com ramos e ráquis densamente ferrugínea. Pina com até 7 cm de comprimento, pubescente, tronco com ritidoma cinza e muitos líquens, característico da espécie, apresentando também casca viva laranja com exsudação em gotas (FLORA R.DUCKE,1999) (Figura 1). Occhioni e Martins (1981) descreveram *S. pulcherrimum* e outras espécies do mesmo gênero como fonte de tanino e produtoras de resinas vermelhas.



Figura 1. *Stryphnodendron pulcherrimum* (FLORA R.DUCKE,1999).

É considerada uma espécie arbórea de grande porte, com copa fechada e constituinte geralmente de dossel que atinge aproximadamente 20m de altura. Apresenta folha

multifoliolada com, folíolos oblongos a oblongo-romboidais. Folhas compostas e bipinadas. Possui nectário extrafloral (característico do gênero) muito bem desenvolvido em tamanho e coloração e próximo à zona de crescimento no ápice dos ramos (Figura 2). Este fato está associado à proteção por formigas durante a fase inicial de desenvolvimento, quando estão mais susceptíveis à herbívoros. Em estudos realizados na Costa Rica com *S. microstachyum*, formigas oferecem proteção aos espécimes, diminuindo os casos de herbivoria impedindo que eles se alimentassem devido ao comportamento agressivo das formigas (DE LA FUENTE & MARQUIS, 1999). As flores são dispostas em espigas sendo cada flor submetida um perfilo com tamanho de 0,5 a 1 mm de comprimento (tamanho constante do gênero *Stryphnodendron*). Possui perfilo caduco, pois pode ser observado quando as espigas estão em estágios mais avançados de desenvolvimento, ficando soltos entre botões florais que iniciaram a antese, pois se destacam logo após a antese, antes do início de desenvolvimento dos frutos. O tipo de indumento é classificado como pubescente. Os frutos de *S. pulcherrimum* são frequentemente subtúrgidos a túrgidos com mesocarpo esponjoso e possui algum tipo de estrutura suculenta ou carnosa envolvendo as sementes, as quais permanecem no interior do fruto quando este se desprende da planta-mãe (SCALON, 2007).

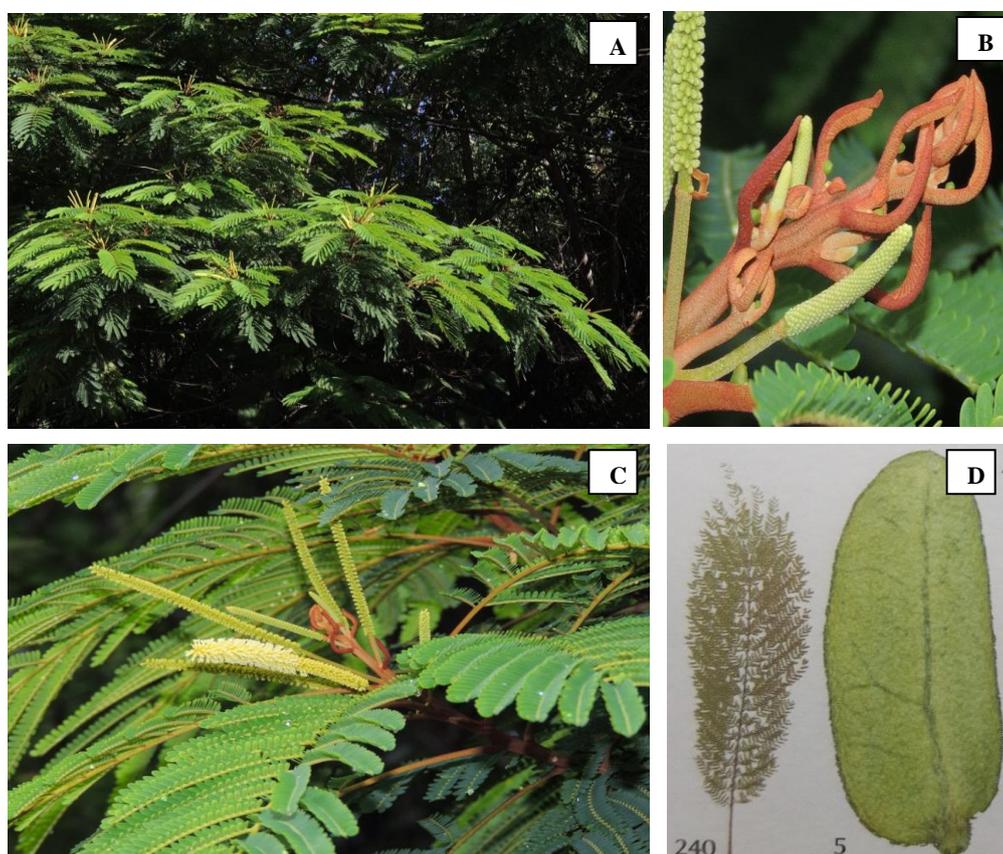


Figura 2. A- *Stryphnodendron pulcherrimum* (QUEIROZ, 2013); B- Nectário (QUEIROZ, 2013); C- Folhas (QUEIROZ, 2013); D- Folíolo (FLORA R. DUCKE, 1999).

A espécie cresce na região amazônica e no sul da Bahia nas florestas amazônica e atlântica (Figura 3). Também está presente nas Guianas, Venezuela e Colômbia. Sua madeira é moderadamente pesada, madeira macia de textura média resistente e com baixa durabilidade natural (LORENZI, 1992).

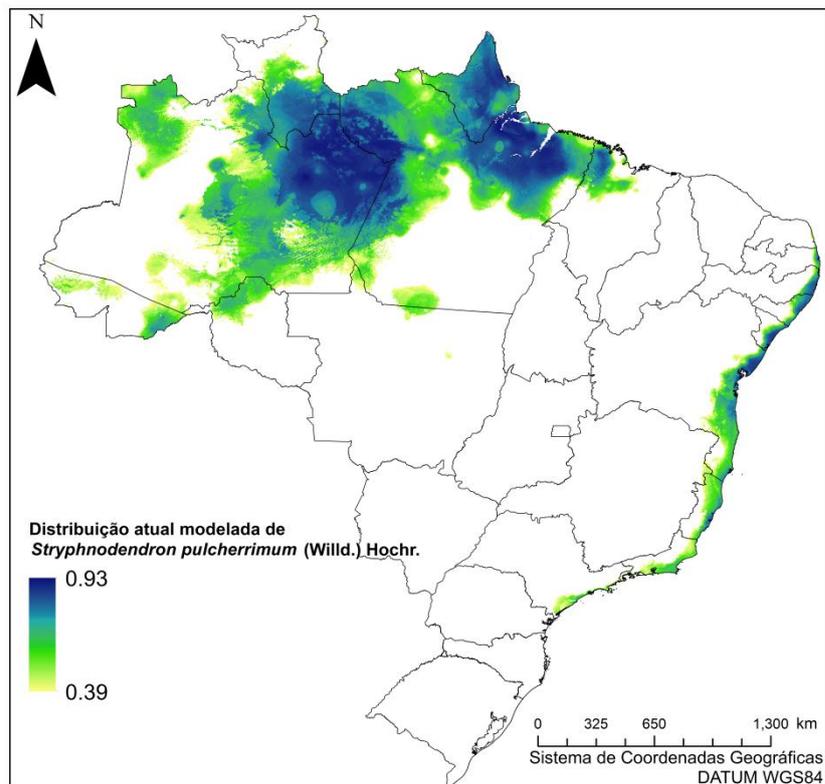


Figura 3. *Stryphnodendron pulcherrimum* (SOUZA, 2017).

3.2 Teste de progênies

Teste de progênies é um método de fácil condução que viabiliza a caracterização genética quantitativa de progênies e a estimativa de parâmetros genéticos, bem como permite melhor explorar a variação genética entre procedências (populações, cruzamentos, famílias), dado que as condições ambientais da distribuição geográfica da espécie são distintas (SIQUEIRA *et al.*, 1993; DUARTE *et al.*, 2001; MOURA *et al.*, 2013).

Para um melhorista, o teste de progênie pode auxiliar na hora de definir qual a melhor estratégia para o melhoramento genético. Dentre outros fatores, o teste de progênies, permite

a avaliação genotípica de árvores selecionadas para a produção de sementes melhoradas, esse aspecto tem despertado interesse entre os pesquisadores e empresários do setor florestal (BALERONI *et al.*, 2003).

No entanto, para obtenção de informações quanto a base genética, é necessário haver estratégias efetivas de conservação de ecossistemas para que haja material genético suficiente para subsidiar tais programas. Para suprir essa demanda a baixo custo, os pesquisadores defendem a implantação de pomares de sementes por mudas (PSM), que poderão ser estabelecidos a partir de testes de progênies (HIGA & SILVA, 2006), permitindo a avaliação de parâmetros genéticos, como variação genética, herdabilidades e acurácia.

A utilização de matrizes para a realização desses testes permite uma minuciosa avaliação dos parâmetros genéticos e da estrutura genética das populações. (SHIMIZU, 1982).

Desta forma, a escolha de plantas matrizes sadias, com boa capacidade de produção de sementes, associada a um monitoramento adequado do processo de produção e coleta de sementes, são fundamentais para garantir sementes de alta qualidade (HIGA & SILVA, 2006).

Nas espécies arbóreas tropicais tem-se constatado grande variabilidade nos caracteres morfométricos de frutos e sementes, sendo esta variação de grande valor ecológico, pois auxilia na diferenciação de espécies (MATHEUS & LOPES, 2007) e na determinação da variabilidade e divergência genética entre matrizes numa mesma população (CARVALHO *et al.*, 2003).

3.3 Parâmetros genéticos

A estimativa de parâmetros genéticos permite conhecer a estrutura genética de populações para fins de seleção. Ela auxilia na escolha de métodos e caracteres mais adequados a serem usados nas etapas iniciais e avançadas de programas de melhoramento, permitindo também, inferir sobre a variabilidade genética para os caracteres de interesse e determinar os ganhos esperados com a seleção (CRUZ & CARNEIRO, 2014).

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

A variância genética aditiva é o parâmetro mais importante, sendo responsável pela causa principal da semelhança entre os parentes, é aquela cujos efeitos de seleção são mais previsíveis. Os demais parâmetros, tais como, coeficiente de herdabilidade e correlações genéticas são importantes para uma significativa seleção a ser realizada numa população (FALCONER, 1987).

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

A variação genética dentro de populações, por meio de estudos da análise de caracteres quantitativos em testes de progênies permite determinar a variação genética que pode responder às variações ambientais ou podem ser exploradas em programas de melhoramento florestal.

No geral, essas estimativas são particularmente interessantes em plantas perenes, dado permitirem a predição de valores genotípicos e a estimação de componentes de variância (RAMALHO *et al.*, 1993; RESENDE, 2000; RESENDE, 2002)

3.3.1 Herdabilidade

A herdabilidade é a proporção relativa das influências genéticas e ambientais na manifestação fenotípica dos caracteres, indicando, assim, o grau de dificuldade ou facilidade para programas de melhoramento (RESENDE & DIAS, 2000).

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 & MIRANDA, 2009).

O coeficiente de herdabilidade mede o grau de transmissibilidade de uma característica. Seu valor expressa a confiança que se pode ter no valor fenotípico como um guia do valor genético

Um valor elevado do coeficiente de herdabilidade para um determinado caráter significa que o caráter tem alto controle genético e que a população tem variabilidade genética suficiente para permanecer à seleção natural imposta pelo ambiente (HAMRICK, 2004), e

também, se tratando de melhoramento genético florestal, pode ser explorada pela seleção artificial em programas de melhoramento genético.

3.3.2 Ganhos de seleção

Uma das principais utilidades da herdabilidade é prever o ganho genético a ser obtido com seleção antes mesmo que a seleção seja realizada. Os ganhos genéticos podem ser obtidos por determinada estratégia de melhoramento, constituindo uma das mais importantes contribuições da genética quantitativa para o melhoramento de plantas (MARTINS, 1999).

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

A magnitude do ganho por seleção e sua facilidade de obtenção pode ser predita pela estimativa de parâmetros genéticos associados a valores fenotípicos. Quando altas estimativas de herdabilidade e a relação entre os coeficientes de variação genética (CVg%) e experimental (CVe%) é superior à unidade pode-se pressupor ganhos elevados de seleção.

A correlação pode ocorrer quando um gene interfere na expressão de outros. A correlação tem sido usada como estratégias para aumentar a eficiência do melhoramento genético, indicando a influencia que um caráter exerce sobre outro. Esse parâmetro explica o grau de associação entre duas variáveis, e, quando elas estão correlacionadas positivamente, existe uma covariação entre elas (RAMALHO, 2004).

Para os melhoristas, interessa a obtenção de variabilidade que efetivamente resulte em ganhos genéticos significativos (MUNIZ, 2007; VASCONCELOS *et al.*, 2015).

Estudos envolvendo descrições morfo-fisiológicas de frutos e sementes são importantes na identificação de espécies e na utilização destas em projetos de restauração de áreas degradadas ou mesmo para fins silviculturais, uma vez que subsidiam a análise de testes de germinação em laboratório e o entendimento das estratégias reprodutivas das espécies estudadas (BASKIN & BASKIN, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Para o plantio de *Stryphnodendron pulcherrimum* são necessários genótipos selecionados com características silviculturais desejáveis, adaptados e fenotipicamente estáveis. Ao selecionar um genótipo para fins de plantio comercial, espera-se que sua superioridade ou bom desempenho inicial se repita ao longo do seu ciclo de vida. A

estimativa dos coeficientes de repetibilidade para as características de interesse poderá confirmar tal expectativa.

O conceito de repetibilidade pode ser enunciado como sendo a correlação entre as medidas de determinado caráter em um mesmo indivíduo, cujas avaliações foram repetidas no tempo o espaço. Expressa a proporção da variância total, que é explicada pelas variações proporcionadas pelo genótipo e pelas permanentes atribuídas ao ambiente comum (CRUZ & REGAZZI, 1994) e, de acordo com Falconer (1981), representa o limite superior do coeficiente de herdabilidade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material genético

O material genético utilizado para este estudo foi obtido a partir de uma população nativa localizada no município de Apuí no estado do Amazonas. Foram identificadas 21 matrizes de *S. pulcherrimum* de polinização aberta, com distância mínima de 100m (cem metros) entre as matrizes. Cada matriz foi georreferenciada, gerando um mapa de localização da área em estudo (Figura 4).

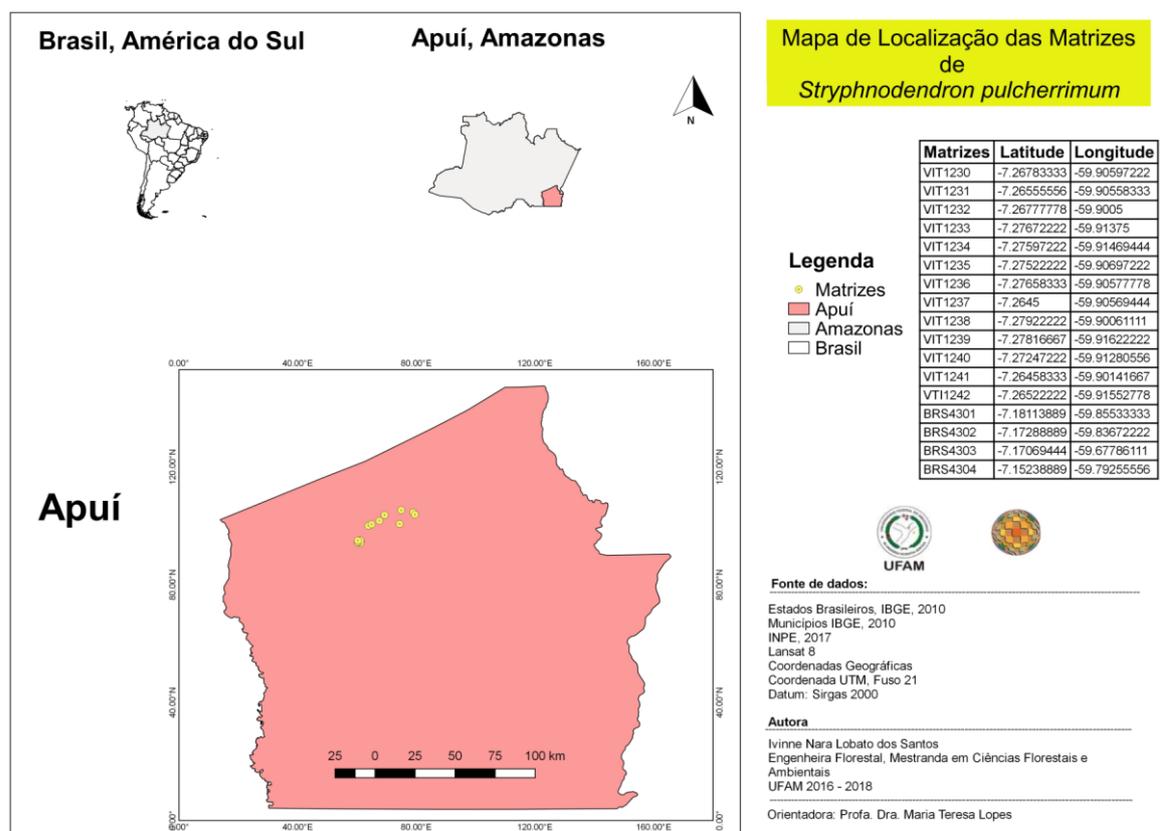


Figura 4. Mapa de localização das matrizes (SANTOS, 2017).

Com o auxílio de uma equipe especializada em coleta de sementes, foram coletados no mínimo 150 frutos de cada indivíduo para a realização dos testes. Os frutos coletados receberam identificação com a mesma numeração da matriz de origem.

Após o beneficiamento dos frutos, as sementes passaram por secagem natural e foram armazenadas em sacos plásticos selados com suas respectivas identificações, sendo posteriormente acondicionadas em câmara fria a 18 °C no Laboratório do Centro de Sementes Nativas do Amazonas - UFAM.

4.2 Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório do Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM) da Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

O delineamento experimental adotado foi o Inteiramente Casualizado (DIC). Para cada matriz foram utilizadas 100 sementes, sendo estas dispostas para germinar em 4 repetições de 25 sementes para cada tratamento.

Foram realizados experimentos em câmara de germinação tipo BOD a partir de três diferentes temperaturas. Para tal, submeteram-se as sementes em temperatura de 25 °C (Ambiente 1), 30 °C (Ambiente 2) e 35 °C (Ambiente 3), com o intuito de testar qual o efeito da temperatura na germinação das progênies. A variação da temperatura não foi maior que ± 2 °C, em um período de 24 horas (segundo recomendações de MAPA (2013)). O fotoperíodo de doze horas por dia, correspondeu ao período luminoso à temperatura mais elevada, em germinador de câmara, com lâmpadas fluorescentes de 20 w, segundo a recomendação de Castellani & Aguiar (1998). A semeadura foi realizada em papel de germinação tipo germitest. Devido às características da espécie que apresenta dificuldade a germinação imediata da semente, como exemplo da impermeabilidade do tegumento à água, que é um mecanismo de dormência comum no gênero *Strypnodendron*, foi superada por escarificação mecânica segundo Varela *et al.* (1991) e Lemus *et al.* (1997).

4.3 Caracteres avaliados

As sementes de *S. pulcherrimum* foram avaliadas pelos seguintes testes:

- a) Porcentagem de germinação (PG) - Determina o potencial máximo de germinação de um lote de sementes em condições favoráveis. A porcentagem de germinação equivale ao número de sementes que produziu plântulas classificadas como normais em condições e períodos específicos (BRASIL, 2009).

- 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 formula $IVG = \Sigma(n_i/t_i)$, em que, n_i é o número de sementes germinadas em cada contagem e t_i é o número de dias da semeadura e a i -ésima contagem. (MAGUIRE, 1962).

- c) Tempo médio de germinação (TMG) - obtido por meio de contagens diárias das sementes germinadas até o décimo dia após a sementeira e calculado através da fórmula abaixo, proposta por Labouriau (1983), sendo os resultados expressos em dias.

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

Em que:

TMG = tempo médio de germinação (dias),

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

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

- d) Índice de Sincronização - baseando-se na expressão: $ISG = -\sum f_i \cdot \log_2 f_i$, em que: ISG = unidade de incerteza, expressa em bits (unidades de informação), Labouriau e Valadares (1976).

- e) Análise Biométrica – foram selecionadas de forma aleatória 30 sementes para cada matriz e com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm, foram mensurados: comprimento (mm), largura (mm) e diâmetro (mm). Cada semente teve seu peso registrado utilizando uma balança com precisão de 0,001g.

- f) Teor de água - O teor de água das sementes foi aferido antes da sementeira, pelo método de estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas. Foram utilizadas duas repetições. Cada amostra foi retirada de diferentes locais do lote para representá-la fielmente (Brasil, 2009).

4.4 Análises estatísticas

4.4.1 Análise de normalidade

Os dados obtidos para os caracteres avaliados foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Lilliefors). Foi verificada a necessidade de transformação dos mesmos, estes foram transformados segundo a expressão proposta por Snedecor (1945).

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

Onde, x representa a porcentagem de germinação.

4.4.2 Análise de variância e teste de médias

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Foram estimados parâmetros genéticos para os caracteres: porcentagem de germinação (PG); tempo médio de germinação (TMG); índice de velocidades de germinação (IVG) e índice de sincronização de germinação (ISG). Para as análises de variância foi utilizado o programa computacional em genética e estatística, GENES (CRUZ, 2013). A análise de variância individual é apresentada na tabela 1. Adotando o seguinte modelo estatístico:

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

Sendo:

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

m: média geral paramétrica dos dados em estudo;

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

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

Tabela 1. Esquema resumido da análise de variância dos dados de germinação de sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

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

σ_g^2 : Componente de variância genotípico;

σ^2 : Componente de variância residual;

r: número de repetições.

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

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

Sendo:

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

m: média geral paramétrica dos dados em estudo;

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

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

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

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

Tabela 2. Esquema resumido da análise de variância conjunta dos dados de germinação de sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

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

σ_g^2 : Componente de variância genotípico;

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

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

σ^2 : Componente de variância residual;

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

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

4.4.3 Estimativa dos parâmetros genéticos

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

a) Componente de variância fenotípica

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

b) Componente de variância ambiental

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

c) Componente de variância genotípica

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

d) Herdabilidade no sentido amplo (%)

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

e) Coeficiente de variação genético

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

f) Razão entre CVg e CVe

$$\text{Razão} = \frac{CVg}{CVe}$$

4.4.4 Correlações genéticas e ambientais

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

a) Correlações fenotípicas (rf)

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

Em que:

PMP_{xy} = produto médio das progênes;

QMP_x = quadrado médio do caráter x das progênes;

QMP_y = quadrado médio do caráter y das progênes.

b) Correlações genotípicas (rg):

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

Sendo:

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

Em que:

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

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

4.4.5 Estratégias e ganho de seleção

O ganho de seleção (GS) das progênes superiores para cada caractere avaliado foi obtido por meio da expressão:

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

Onde,

GS: Ganho por seleção;

h^2 : herdabilidade no sentido amplo;

Ds: Diferencial de seleção, dado por $Ds = Y_s - Y_0$, onde Y_s = média das progênes selecionadas;

Y_0 = média da população original.

Foram selecionadas as melhores progênes com base na seleção direta e do índice de seleção de Mulamba e Mock (1978), tomada como base na herdabilidade média de progênes e mesmo peso econômico para todos os caracteres.

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa computacional em genética e estatística, Programa GENES, versão 2014.6.1, da Universidade Federal de Viçosa – UFV (CRUZ, 2013).

4.4.6 Repetibilidade

O coeficiente de repetibilidade refere-se à correlação entre as medidas de um mesmo indivíduo e expressa a proporção da variância total que é explicada pelas variações proporcionadas pelo genótipo (árvores matrizes) e pelas alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum (CRUZ; REGAZZI, 1994). Caso os efeitos permanentes do ambiente sobre a manifestação da característica sejam minimizados, o coeficiente de repetibilidade pode se igualar ao coeficiente de determinação genotípico.

Os coeficientes de repetibilidade (r) foram estimados por meio dos métodos análise de variância (ANOVA); componentes principais com base nas matrizes de correlação [CP(correl)] e de variâncias e covariâncias fenotípicas [CP(cov)]; e análise estrutural, com base nas matrizes de correlação intraclasse [AE(correl)] e de variâncias e covariâncias [AE(cov)]. O número mínimo de medições necessário para predizer o valor real dos indivíduos, com base nos coeficientes de determinação (R^2) pré-estabelecidos (0,80, 0,85, 0,90, 0,95 e 0,99), foi obtido conforme metodologia descrita por Cruz *et al.* (2012).

Estimativas do coeficiente de repetibilidade têm sido utilizadas no estudo de caracteres de várias espécies perenes como guaraná (NASCIMENTO FILHO *et al.*, 2009), dendezeiro e caiaué (CHIA *et al.*, 2009), pitangueira (DANNER *et al.*, 2010), pupunha (BERGO *et al.*, 2013) e laranjeira - doce (NEGREIROS *et al.*, 2014), Aceroleira (LOPES *et al.*, 2001) auxiliando na definição do número e períodos adequados de avaliação dos genótipos para maior eficiência dos programas de melhoramento. Em se tratando de *Stryphnodendron pulcherrimum*, até o momento, não há relatos de pesquisas dessa natureza.

Valores altos de estimativas de repetibilidade para determinado caráter indicam que é viável predizer o valor real do indivíduo utilizando-se um número relativamente pequeno de medições, sendo que ocorre o inverso quando a repetibilidade é baixa (CARGNELUTTI *et al.*, 2004).

Neste estudo, as estimativas do coeficiente de repetibilidade foram utilizadas para os caracteres de biometria.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram consideradas como sementes germinadas aquelas que emitiram a raiz primária (BRASIL, 2009). O tempo médio de germinação no ambiente à 25°C ocorreu entre 2 a 8 dias após o início do experimento, enquanto que nos ambientes à 30 e 35°C, ocorreu entre 3 a 6 dias e 2 a 4 dias respectivamente (Figura 5).

Em Fabacea as melhores temperaturas de germinação ficam na faixa de 25 °C a 30 °C e com a germinação iniciando na faixa de 2 à 15 dias. A espécie *Bauhinia forficata*, por exemplo, apresentou os melhores resultados para o tempo médio de germinação aproximadamente 6 dias no ambiente a 30°C. Em trabalhos realizados com sementes de *Cedrella fissilis*, Cherobini *et al.* (2008) iniciaram a contagem de sementes germinadas entre o 7° e 14° dias em laboratório, utilizando também o substrato papel e temperatura de 25°C. Tomaz *et al.* (2018) apresentou em seu estudo com *Ormosia excelsa* um período médio de germinação no ambiente a 30 °C entre 4 a 8 dias enquanto que no ambiente à 35 °C, foi observado germinação entre 1 a 7 dias após o início do experimento.

O período para formação de plântulas de *S. pulcherrimum*, iniciou a partir do 6° dia após o início do experimento em temperatura de 35 °C e, um pouco mais tardia, a partir do 10° dia para as temperaturas de 25 e 30 °C (Figura 5). Resultados semelhantes aos obtidos por Pereira *et al.* (2016) em mesma espécie, da qual a emergência de plântulas iniciou-se entre o 6° e 9° dia após a sementeira. Em estudos realizados por Ribeiro *et al.* (2015) com *Parkia gigantocarpa* (Fabaceae), a germinação ocorre entre o segundo e quinto dias após sementeira, sendo que o estágio de plântula completamente formada é alcançado no décimo quinto dia após a sementeira.

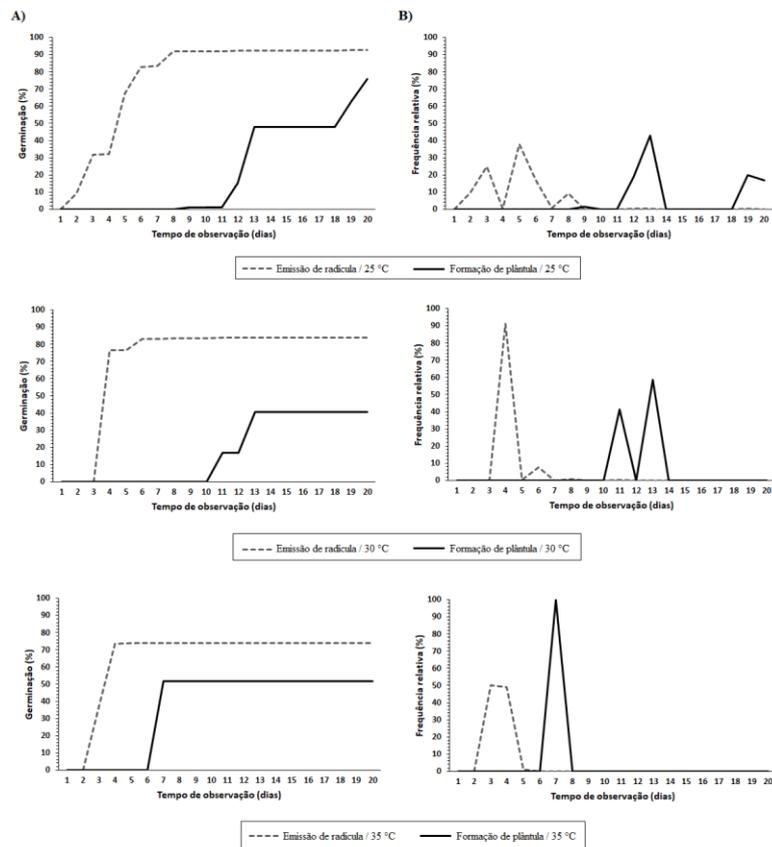


Figura 5. A - Porcentagem média de germinação; B - Frequência Relativa de germinação de 21 progênies de *Stryphnodendron pulcherrimum* submetidas às temperaturas de 25, 30 e 35 °C.

Em relação ao teor de água, as sementes de *S. pulcherrimum* apresentaram em média, um teor de 4,64% (Figura 6) sem a perda da viabilidade. No entanto não podemos afirmar que este seja um valor limitante uma vez que não foram realizados testes inferiores à 4,64%. Em estudos realizados por Martins & Nakagawa (2008) com o mesmo gênero, verificou-se que o teor de água médio dos lotes foi de 5,9% para a espécie *S. adstringens* (Mart.) Coville.

Valores mais baixos de teor de água foram encontrados em sementes de *Parapiptadenia rígida* (Fabaceae), onde foi possível inferir que essas sementes podem ser desidratadas até atingir teor de umidade igual a 3,5% (base seca) sem apresentar perda da viabilidade. Ainda nesse mesmo estudo verificou-se que a germinação das sementes ocorre satisfatoriamente em teores de umidade variando de 8,4 a 20,6% (base seca) (MARANGONI *et al.*, 2014).

Regras empíricas indicam que a diminuição de cada 1% do teor de água das sementes (válidos para teores de água de 5 a 15%) duplica a longevidade das sementes. Quando a

semente passa a absorver umidade, iniciando o desenvolvimento da formação de uma plântula, a semente passa do estado tolerante para o sensível à desidratação, tornando-se mais vulnerável às variações das condições do ambiente (MARCOS FILHO, 2005).

As sementes podem ser classificadas quanto ao comportamento à tolerância ao dessecação e armazenamento como sementes ortodoxas, aquelas que conseguem se manter viáveis quando secas a níveis de 5% de teor de água e armazenadas a temperaturas a baixo de 0 °C (ROBERTS, 1973). As sementes recalcitrantes não podem ser desidratadas para teor de umidade abaixo de 25% a 50%, dependendo da espécie, sem perder a viabilidade (BONNER, 1994). E as sementes intermediárias, podem ser desidratadas a teores de água relativamente baixos, mas ainda apresentam longevidade relativamente curta (ELLIS *et al.*, 1990; CASTRO *et al.*, 2004).

De acordo com Popinigis (1985), a semente adquire maior qualidade na maturidade quando ainda contém teores elevados de água.

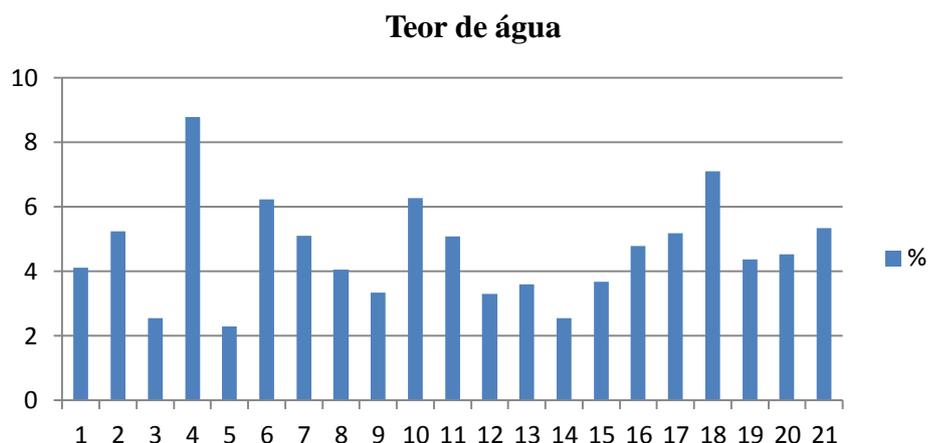


Figura 6. Teor de água de 21 progênies de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

Nas análises de variância individual e conjunta dos ambientes, observou-se efeito significativo de genótipo ao nível 1% de probabilidade, indicando que as progênies possuem variabilidade genética para os caracteres em estudo (Tabelas 3, 4, 5 e 6). A porcentagem média de germinação das 21 progênies foi 92%, 83,9% e 72,9% quando avaliadas em ambientes com temperaturas de 25, 30 e 35°C respectivamente (Tabelas 3, 4 e 5).

A temperatura de 25° C pode ser considerada como a mais eficiente por apresentar maior germinação quando comparada com as demais temperaturas, enquadrando-se na recomendação para a maioria das espécies florestais tropicais, para as quais a temperatura constante de 25 °C encontra-se na faixa ótima para germinação (RODRIGUES *et al.*, 2008).

Em estudos realizados por Lima Junior (2016) no Centro de Sementes Nativas da Amazônia (CSNAM), a fim de verificar a temperatura ideal de germinação para 50 espécies florestais e subtropicais consideradas prioritárias, observou-se que a temperatura constante de 25 °C é considerada ideal para 58% das espécies e 30 °C para 32% das espécies estudadas.

Observou-se que todas as sementes que não germinaram apresentaram-se totalmente deterioradas por fungos (*Aspergillus* e *Rhizopus*) durante a avaliação. Estas sementes tiveram um processo de deterioração acelerado, com maior destaque para a temperatura de 35 °C, com lixiviação do conteúdo celular, criando um ambiente propício para o desenvolvimento de micro-organismos, o que ajuda a justificar a menor germinação nestas temperaturas (Figura 7).

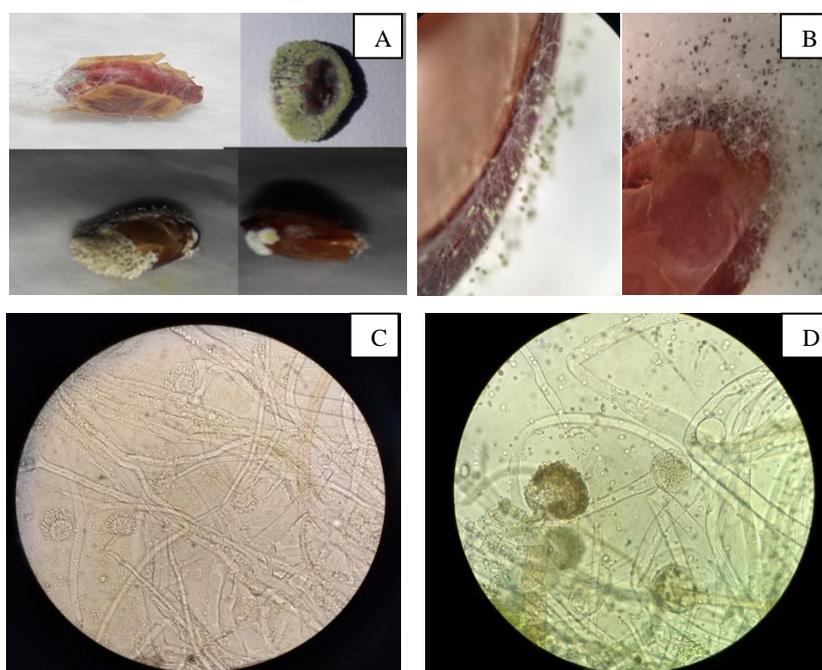


Figura 7. A – Sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum* deterioradas por fungos; B – Incidência de fungos em sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*; C – *Aspergillus*; D – *Rhizopus*.

O Índice de Velocidade de Germinação foi menor para o ambiente de 25 °C, apresentando o valor médio de 5,59 e Tempo Médio de Germinação de 4,79 (dias). A temperatura de 30 °C apresentou um IVG de 6,73 e um TMG de 3,22 (dias). Já o ambiente de 35 °C apresentou o maior IVG (7,56) e menor TMG (2,53 dias). Considerando esses dois caracteres, os resultados apontam que o experimento à 35 °C apresentou os melhores resultados para essas características. Esse resultado corrobora com os apresentados por Santos Neto *et al.*, (2008) que, trabalhando com sementes de *Hyptis pectinata* L. verificaram que

sementes expostas à temperatura de 20 °C tiveram aumento do TMG quando comparadas àquelas submetidas a 35 °C, ou seja, temperaturas mais baixas proporcionam maior período de tempo para que ocorra a germinação. Já em estudos mais recentes Tomaz *et al.* (2018), em estudando *Ormosia excelsa* (Fabaceae), também verificaram uma maior precocidade e velocidade de germinação com o aumento da temperatura (de 4 a 8 dias para 30 °C e entre 2 a 7 dias para 35 °C).

A germinação das sementes de *B. forficata* (Fabaceae) é acelerada até certo limite (26 °C), a partir do qual o aumento de temperatura reduz o IVG (COSTA *et al.*, 2013). O tempo médio de germinação é importante para se avaliar a rapidez de ocupação de uma espécie em uma comunidade vegetal (FERREIRA *et al.*, 2001).

Segundo Rickli *et al.* (2014), os menores índices de sincronização representam uma maior sincronia na germinação. No presente estudo, observou-se que o ambiente à 30 °C apresentou o menor valor (0,3322) para o índice (Tabelas 3, 4 e 5). Duarte *et al.*, (2015) usando o substrato de papel, aliado à temperatura de 30 °C, concluíram que esta era a combinação mais eficiente para a sincronização da germinação das sementes de *Albizia edwallii*, apresentando valor de 1,59. Pode-se inferir que na temperatura de 30 °C a amostra de semente foi “acionada” para germinar menos vezes do que na temperatura de 25 °C e 35 °C, promovendo assim a maior sincronia, já que uma única semente germinada em um dia pode afetar a sincronia de germinação em toda uma amostra (SANTANA & RANAL, 2000).

Na análise conjunta (Tabela 6), não foi observado efeito significativo do genótipo em relação ao tempo médio de germinação e índice de sincronização de germinação, enquanto que o ambiente apresentou efeito significativo para todos os caracteres, ou seja, a diferença de temperatura foi suficiente para compor uma resposta diferencial das progênies em cada ambiente.

O maior coeficiente de variação foi obtido para o caractere Índice de Sincronização de Germinação nas avaliações nos três ambientes (Tabelas 3, 4 e 5). O coeficiente de variação apresentou menor valor no ambiente de 35 °C, obtendo assim maior precisão quando comparado com as demais temperaturas.

Tabela 3. Quadrados médios 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 25 °C.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		PG	TMG	ISG	IVG
Genótipo (G)	20	0,0472**	1,9339**	1,9689**	8,0901**
Resíduo	63	0,0201	0,4303	0,0562	1,1429
Média ¹		1,4396 (92,85)	4,7925	0,70911	5,5970
CVe (%) ²		10,5007	13,6872	33,4449	19,1009
Var. fenotípica		0,01180	0,4835	0,4922	2,0225
Var. ambiental		0,0050	0,1075	0,0140	0,2857
Var. genotípica		0,0068	0,3759	0,4781	1,7367
Herdabilidade (%)		57,44	77,75	97,14	85,87
CVg (%) ³		6,1001	12,7935	97,5168	23,5458
CVg/CVe ⁴		0,5809	0,9347	2,9157	1,2327

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

Tabela 4. Quadrados médios 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 30 °C.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		PG	TMG	ISG	IVG
Genótipo (G)	20	0,1042**	0,2580*	0,2862**	4,5479**
Resíduo	63	0,0191	0,1353	0,1185	0,7095
Média ¹		1,1966 (83,90)	3,2253	0,3322	6,7379
CVe (%) ²		11,5671	11,4053	103,6305	12,5010
Var. fenotípica		0,0260	0,0645	0,0715	1,1369
Var. ambiental		0,0048	0,0338	0,0296	0,1773
Var. genotípica		0,0212	0,0306	0,0419	0,9596
Herdabilidade (%)		81,6198	47,5601	58,5997	84,3999
CVg (%) ³		12,1876	5,4309	61,6458	14,5387
CVg/CVe ⁴		1,0536	0,4762	0,5949	1,163

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

Tabela 5. Quadrados médios 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 35°C.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		PG	TMG	ISG	IVG
Genótipo (G)	20	0,1038**	0,2000**	0,2021**	12,7426**
Resíduo	63	0,0189	0,0401	0,0540	1,5344
Média ¹		1,0433 (72,90)	2,5315	0,7501	7,5664
CVe (%) ²		13,1750	7,9128	30,9904	16,3714
Var. fenotípica		0,0259	0,0500	0,0505	3,1856
Var. ambiental		0,0047	0,0100	0,0135	0,3836
Var. genotípica		0,0212	0,0399	0,0370	2,8020
Herdabilidade (%)		81,7981	79,9397	73,2663	87,9580
CVg (%) ³		13,9648	7,898	25,6520	22,1230
CVg/CVe ⁴		1,0599	0,9981	0,8277	1,3513

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

Com base na análise de variância conjunta dos ambientes (Tabela 6) verificou-se que a germinação média das sementes foi de 83,21%, havendo diferença estatística nos três ambientes. Além disso, verificou-se que a interação genótipo e ambiente foi significativa para todos os caracteres avaliados, indicando que as temperaturas utilizadas influenciaram de forma diferente na expressão das variáveis analisadas. Diante desse cenário, as inferências sobre os diferentes genótipos foram efetuadas para cada ambiente.

Tabela 6. Quadrados médios 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, estimados a partir da análise conjunta dos ambientes de 25, 30 e 35°C.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		PG	TMG	ISG	IVG
Genótipo (G)	20	0,1467**	0,9591 ^{ns}	1,0800 ^{ns}	12,8873*
Ambiente (A)	2	1,9698**	112,6854**	4,4580**	82,1320**
GxA ¹	40	0,0542**	0,9882**	0,6887**	6,2467**
Resíduo	189	0,0194	0,3705	0,0762	1,1290
Parâmetros genéticos					
Média ²		1,1965 (83,21)	3,5164	0,5971	6,6338
CVe (%) ³		11,6345	17,3094	46,2476	16,0169
Var. genotípica		0,0077	0,0000	0,0326	0,5534
Comp. de variância GxA		0,0087	0,1544	0,1531	1,2794
Var. residual		0,0194	0,3705	0,0763	1,1289
Herdabilidade (%)		63,0161	0,0000	36,2295	51,5281
CVg (%) ⁴		7,3359	0,0000	30,2383	11,2137
CVg/CVe ⁵		0,6305	0,0000	0,6538	0,7001

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

As estimativas de herdabilidade na análise conjunta (Tabela 6) foram de modo geral inferiores às análises individuais (Tabelas 3, 4 e 5). Em se tratando de tais características, pode-se considerar uma seleção mais efetiva se for realizada para cada ambiente. Os valores oscilaram entre 57,44 e 97,14% para o ambiente de 25 °C, entre 47,56 e 84,39% para o ambiente a 30 °C e, entre 73,26 e 87,95% para 35 °C. Tendo em vista que a herdabilidade estima quanto do valor fenotípico representa o valor genotípico, considera-se altos valores de aqueles maiores que 50%.

Os coeficientes superiores a 0,5 confirmaram alta herdabilidade para essas características com isso indicando serem facilmente fixáveis no avanço de geração (YOKOMIZO, 2012). Valores de herdabilidade médios a altos indicam que grande parte da variabilidade fenotípica possui causas genéticas, com menor efeito ambiental (UNÊDA-TREVISOLI *et al.*, 2012).

O coeficiente de variação genético (CVg) variou de 6,1 a 97,51% no ambiente a 25 °C, de 5,43 a 61,64% no ambiente de 30 °C e de 7,89 a 25,65% no ambiente de 35 °C. Contudo, verificaram-se maiores valores para o coeficiente de variação genético (97,51%, 61,64% e 25,65%) para o ISG nas três temperaturas: 25,30 e 35 °C respectivamente. A razão entre CVg / CV assumiu valores superiores no ambiente a 35 °C para todos os caracteres, exceto para o caractere ISG que obteve maior valor no ambiente a 25 °C (2,91). Em estudo realizado por Nascimento Junior *et al.*, (2017) com a espécie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don, a razão entre CVg/CV assumiu valores superiores à unidade (variou de 0,90 a 2,35) em relação a todos os caracteres, valores considerados ideais para a seleção segundo Cruz & Carneiro (2014).

Estimar efeitos genéticos e ambientais sobre determinados caracteres, como por exemplo, herdabilidade e as correlações entre eles, são importantes para o melhoramento de plantas por possibilitar a escolha do método mais adequado para o programa de seleção baseado nas características apresentadas. A correlação com ambiente ocorre quando as características avaliadas sofrem influência pelas diferenças das condições ambientais, e da mesma maneira, esta correlação mostra o efeito total das variáveis ambientais, podendo apresentar correlação negativa ou positiva, dependendo da característica (FALCONER, 1987; RAMALHO *et al.*, 2008).

Nos três ambientes estudados, correlações genotípicas positivas de alta magnitude foram estimadas dentre os caracteres estudados (Tabela 7). Os maiores valores de correlação genética foram estimados no ambiente a 30 °C entre os caracteres PG e ISG ($r = -0,997$) seguido de PG e TMG ($r = -0,996$) e TMG e IVG ($r = -0,996$). Neste caso, os resultados apontaram uma correlação negativa, ou seja, a medida que o valor de um determinado caractere aumenta o outro caractere tende a reduzir. Sendo assim, podemos inferir que as correlações negativas são resultado benéfico, pois há possibilidade de aumento de porcentagem de germinação com a diminuição do tempo médio de germinação, e o aumento da porcentagem de germinação em sementes com maior sincronismo, além de menor tempo médio de germinação associado a uma maior velocidade de germinação. 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). Para o ambiente de 25 °C, as únicas correlações significativas foram estimadas entre PG e ISG ($r = -0,886$) e TMG e IVG ($r = -0,993$), ambas no sentido favorável a seleção. No ambiente de 35 °C, dentre as associações significativas, apenas a correlação entre TMG e ISG ($r = -0,868$) 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. Em se tratando dos coeficientes de correlação fenotípica, o comportamento foi similar aos de correlação genética nos três ambientes (Tabela 7).

Tabela 7. Correlações fenotípicas (r_F) e genotípicas (r_G) 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 21 progênies de *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 25, 30 e 35 °C.

Caracteres	r	Ambiente de 25 °C			Ambiente de 30 °C			Ambiente de 35 °C		
		TMG	ISG	IVG	TMG	ISG	IVG	TMG	ISG	IVG
PG	F	0,068	-0,633	-0,075	-0,712	-0,740	0,966	-0,518	0,237	0,933
	G	-0,027	-0,886	-0,179	-0,996	-0,997	0,992	-0,668	0,257	0,950
TMG	F		0,011	-0,948		0,924	-0,839		-0,548	-0,782
	G		-0,006	-0,993		0,985	-0,996		-0,868	-0,867
ISG	F			0,138			-0,829			0,368
	G			0,148			-0,974			0,479

Como mencionado anteriormente, houve interação genótipo e ambiente, e por esta razão foi realizado o teste de Scott Knot para as médias dos tratamentos em cada ambiente. O teste de médias mostrou diferenças significativas entre as 21 matrizes para todos os caracteres avaliados. Para cada ambiente obteve uma resposta diferenciada das progênies, por exemplo, os maiores valores de IVG no ambiente de 25 °C foram observados na progênie 11. Enquanto que, no ambiente a 30 °C as progênies com melhor desempenho foram 9 e 14 respectivamente. Entretanto, no ambiente a 35 °C foram as progênies 14 e 15 que apresentaram os melhores desempenhos (Tabela 8). Isto indica que a resposta germinativa nessas progênies é mais rápida em relação às demais para cada ambiente. Segundo Ginwal & 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 da porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), índice de sincronização de germinação (ISG) e índice de velocidade de germinação (IVG) obtidas para sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*, em ambientes de 25, 30 e 35 °C.

PROG	Ambiente de 25°C				Ambiente de 30°C				Ambiente de 35°C			
	PG	TMG	ISG	IVG	PG	TMG	ISG	IVG	PG	TMG	ISG	IVG
1	97,00 a	5,436 a	0,226 d	4,731 c	67,00 c	3,150 b	0,300 b	5,436 c	81,00 a	2,303 c	0,842 a	9,083 a
2	88,00 b	4,881 a	1,934 a	5,927 b	76,00 b	3,324 b	0,583 a	5,952 c	81,00 a	2,303 c	0,842 a	9,083 a
3	92,00 b	5,312 a	0,164 d	4,512 c	82,00 b	3,103 b	0,226 b	6,700 b	73,00 b	2,434 c	0,932 a	7,792 b
4	97,00 a	5,413 a	1,262 b	5,519 b	79,00 b	3,385 b	0,675 a	6,083 c	73,00 b	2,434 c	0,932 a	7,792 b
5	95,00 a	5,020 a	0,061 d	4,736 c	88,00 a	3,266 b	0,449 a	6,967 b	57,00 c	2,419 c	0,953 a	6,167 c
6	98,00 a	4,519 a	0,629 c	6,083 b	85,00 b	3,472 a	0,580 a	6,538 b	48,00 c	2,717 b	0,815 a	4,583 d
7	90,00 b	4,447 a	1,761 a	6,440 b	85,00 b	3,046 b	0,110 b	7,017 b	48,00 c	2,717 b	0,815 a	4,583 d
8	93,00 b	5,000 a	0,000 d	4,650 c	84,00 b	3,299 b	0,543 a	6,550 b	74,00 b	2,648 b	0,835 a	7,250 b
9	91,00 b	5,020 a	0,061 d	4,536 c	96,00 a	3,041 b	0,123 b	7,933 a	71,00 b	2,347 c	0,809 a	7,792 b
10	82,00 b	4,779 a	1,155 b	4,865 c	51,00 c	3,950 a	0,852 a	3,558 d	49,00 c	2,963 a	0,192 c	4,167 d
11	91,00 b	2,339 b	0,319 d	10,839 a	91,00 a	3,023 b	0,067 b	7,550 a	87,00 a	2,511 c	0,894 a	9,083 a
12	88,00 b	5,370 a	1,571 a	5,042 c	78,00 b	3,781 a	0,788 a	5,707 c	75,00 b	2,418 c	0,950 a	8,208 b
13	86,00 b	5,086 a	1,643 a	5,040 c	88,00 a	3,117 b	0,245 b	7,167 b	75,00 b	2,418 c	0,950 a	8,208 b
14	100,0 a	5,000 a	0,000 d	5,000 c	97,00 a	3,080 b	0,159 b	7,950 a	87,00 a	2,206 c	0,673 a	10,125 a
15	95,00 a	4,273 a	0,067 d	6,536 b	89,00 a	3,000 b	0,000 b	7,417 a	89,00 a	2,215 c	0,556 b	10,92 a
16	98,00 a	5,160 a	0,161 d	4,827 c	93,00 a	3,083 b	0,104 b	7,655 a	68,00 b	2,609 b	0,523 b	6,708 c
17	97,00 a	3,898 a	0,718 c	6,875 b	82,00 b	3,094 b	0,215 b	6,700 b	68,00 b	2,609 b	0,523 b	6,708 c
18	89,00 b	4,650 a	1,039 b	5,811 b	80,00 b	3,258 b	0,470 a	6,367 c	82,00 a	2,693 b	0,950 a	7,896 b
19	94,00 b	4,576 a	1,771 a	6,302 b	97,00 a	3,000 b	0,000 b	8,083 a	93,00 a	2,403 c	0,912 a	10,083 a
20	90,00 b	5,465 a	0,351 d	4,318 c	79,00 b	3,260 b	0,489 a	6,250 c	70,00 b	2,940 a	0,294 c	6,000 c
21	99,00 a	5,000 a	0,000 d	4,95 c	95,00 a	3,000 b	0,000 b	7,917 a	82,00 a	2,860 a	0,565 b	7,292 b

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

Os ganhos de seleção estimados com a seleção direta (Tabela 9) para os caracteres de interesse foram maiores no ambiente de 25 °C (Tabela 9), oscilando entre -90,31 e 21,53%, exceto para o caractere PG que teve seu maior valor no ambiente a 35 °C com 13,04% enquanto que no ambiente a 25 °C foi de 5,13%. Foi possível obter ganhos satisfatórios em todos os caracteres avaliados, com ganhos mais expressivos sendo estimados para o caractere ISG (-90,31, -48,44 e -26,88) nos três ambientes 25, 30 e 35 °C respectivamente. Em estudo desenvolvido por Silva *et al.* (2009), foram estimados ganhos genéticos de 34,76% para TG e 12,7% para TMG em espécies do gênero *Oenocarpus sp.*, usando pressão de seleção de 10%. Em estudo com *Jacaranda copaia*, praticando seleção direta, Nascimento Júnior *et al.* (2016), obtiveram ganhos satisfatórios para IVG em ambiente à 25 °C (71,42%) e à 28 °C (41,11%). Para esse mesmo caractere (IVG), o presente trabalho estimou ganhos de 21,53% no ambiente à 25 °C, 13,3% à 30 °C e o maior encontrado no ambiente de 35 °C, com 21,58% (Tabela 9). De acordo com 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.

Na seleção direta considerando as estimativas de ganho genético obtidas pelo índice de Mulamba e Mock (1978) para todos os caracteres analisados, podemos selecionar as seguintes progênies: 6, 11, 14, 15, 16, 17 e 21 para o ambiente de 25 °C, 9, 11, 14, 15, 16, 19 e 21 para o ambiente de 30 °C e as progênies 1, 2, 9, 11, 14, 15 e 19 para o ambiente de 35 °C (TABELA 10). Se utilizadas como matrizes para compor lotes de sementes, é esperado que estas germinem rápido e uniformemente, resultando em menor tempo no viveiro e mudas uniformes, diminuindo custos e facilitando o calendário dos plantios em *S. pulcherrimum*.

Reis *et al.* (2003) afirma que o processo de coleta de sementes não consegue manter a diversidade genética de populações em decorrência da baixa representatividade de indivíduos nos lotes, o que gera a produção de grande quantidade de mudas de meio-irmãos em viveiros florestais, ou seja, provenientes de um mesmo indivíduo. Diante desse cenário, a presença de maior número de matrizes superiores irá garantir o acúmulo de alelos favoráveis ligados a caracteres de germinação, aliada a presença de alta variabilidade genética em populações de *S. pulcherrimum*.

Tabela 9. 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 25, 30 e 35 °C.

Caracteres	Ambientes	GS (%) Seleção Direta	Ganho de seleção indireto (%)				Progênes selecionadas
			PG	TMG	ISG	IVG	
PG	25°C	5,13	---	2,03	-38,52	-2,62	14, 21, 6, 16, 1, 4, 17
	30°C	11,83	---	-2,60	-41,03	12,69	14, 19, 21, 9, 16, 11, 13
	35°C	13,04	---	-2,40	1,96	18,08	19, 11, 15, 14, 21, 18, 1
TMG	25°C	-11,23	-0,01	---	26,22	21,27	11, 17, 15, 7, 6, 19, 18
	30°C	-2,92	9,90	---	-47,05	11,99	15, 19, 21, 11, 9, 7, 14
	35°C	-6,89	9,14	---	4,64	19,43	14, 15, 1, 2, 9, 19, 12
ISG	25°C	-90,31	3,20	2,14	---	-8,65	8, 14, 21, 5, 9, 15, 16
	30°C	-48,44	8,90	-2,92	---	11,46	15, 19, 21, 11, 16, 7, 9
	35°C	-26,88	0,09	3,07	---	-2,78	10, 20, 16, 17, 15, 21, 14
IVG	25°C	21,53	-0,35	-10,70	43,74	---	11, 17, 15, 7, 19, 6, 2
	30°C	13,13	11,58	-2,84	-47,22	---	19, 14, 9, 21, 16, 11, 15
	35°C	21,58	11,90	-6,15	5,83	---	15, 14, 19, 1, 2, 11, 12

Tabela 10. Estimativas de ganho genético e identificação das progênes 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 *Stryphnodendron pulcherrimum*, avaliadas em ambientes de 25, 30 e 35 °C.

Ambientes	Caracteres	GS (%)	Progênes selecionadas	Coincidência (%) Selecionados na Seleção direta e Índice de seleção
25°C	PG	4,22	15, 17, 6, 11, 14, 21, 16	85,71
	TMG	-7,79		57,14
	ISG	-60,09		57,14
	IVG	13,00		57,14
30°C	PG	11,58	19, 21, 14, 9, 11, 15, 16	85,71
	TMG	-2,84		85,71
	ISG	-47,22		85,71
	IVG	13,13		100,00
35°C	PG	11,31	15, 14, 19, 1, 2, 11, 9	71,43
	TMG	-6,47		85,71
	ISG	3,87		28,57
	IVG	20,89		85,71

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 11), foi detectada diferença estatística ($P < 0,01$) entre os materiais genéticos, para todos os caracteres biométricos avaliados, evidenciando a existência de variabilidade genética entre as progênes. Assim, pode-se inferir que há possibilidade de seleção de genótipos superiores. As estimativas de

herdabilidade foram consideradas de alta magnitude (>87%), o que torna viável a seleção de materiais genéticos superiores. A maior variabilidade entre as progênes de *Stryphnodendron pulcherrimum*, foi constatada para comprimento das sementes, com um coeficiente de variação de 18,20% e herdabilidade de 96,74%. No entanto, valores da CVg/CVe foram menores e inferiores a 1 para todos dos caracteres sendo a largura de sementes a que mais se aproximou (0,99).

Tabela 11. Resumo da análise de variância para o peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 21 genótipos de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Peso Úmido	Comprimento	Largura	Espessura
Genótipo	20	0,0026**	4,7566**	4,0330**	0,7979**
Resíduo	609	0,0001	0,2507	0,1313	0,0983
Parâmetros genéticos					
Média		0,061	7,118	4,468	2,963
CV (%) ¹		18,20	7,03	8,11	10,59
Herdabilidade (%)		95,19	94,73	96,74	87,67
CVg (%) ²		14,79	5,44	8,07	5,15
CVg/CVe ³		0,81	0,77	0,99	0,49

** $p < 0,01$ pelo teste F. ¹Coeficiente de variação experimental; ²Coeficiente de variação genético; ³Razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental.

O teste de média referente ao peso, comprimento, largura e espessura para as sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum*, encontram-se na Tabela 12. As sementes não apresentaram uniformidade quanto ao tamanho. O peso variou de 0,046 a 0,081 g, o comprimento variou de 6,47 a 7,78 mm, a largura variou de 3,82 a 5,18 e a espessura de 2,68 a 3,24 mm.

Para Silva *et al.* (2017), essa diferença nas dimensões das sementes podem ocorrer devido ao ambiente em que estas foram produzidas. Se durante o período de maturação da semente as condições ambientais forem adversas, possivelmente as sementes originadas apresentarão desuniformidade em seus padrões morfológicos e biométricos.

Segundo Lehtilä & Ehrlén (2005), a grande parte da variação do tamanho da semente é provavelmente devido à plasticidade fenotípica; assim, a variação do tamanho da semente pode ocorrer entre populações, entre frutos de uma mesma planta ou mesmo dentro de um fruto. Contudo, estes mesmos autores consideraram que a plasticidade fenotípica é adaptativa somente se a variação do tamanho das sementes for correlacionada com sua qualidade, ou

seja, o tamanho das sementes apresentando uma relação positiva com o desempenho das plântulas.

De acordo com Khan (2004), a massa das sementes tem uma relevância chave no desenvolvimento da fase juvenil do ciclo de vida das plantas, com a disponibilidade de reservas das sementes influenciando o estabelecimento subsequente das plântulas. Mas, isto não garante necessariamente a sua sobrevivência até a maturidade (SUSKO & LOVETT-DOUST 2000). Para Almeida *et al.* (2010), em muitas espécies, o potencial fisiológico das sementes pode estar relacionado com o seu tamanho.

Tabela 12. Médias estimadas de dados biométricos obtidos para peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura de sementes (mm), avaliadas em 21 genótipos de *Stryphnodendron pulcherrimum*.

Peso úmido (g)			Comprimento (mm)			Largura (mm)			Espessura (mm)		
Matriz	Média ¹		Matriz	Média		Matriz	Média		Matriz	Média	
20	0,081	a	20	7,78	a	20	5,18	a	20	3,24	a
6	0,074	b	10	7,74	a	6	5,04	a	8	3,23	a
18	0,072	c	19	7,56	a	16	4,82	b	16	3,18	a
16	0,071	c	17	7,51	b	8	4,77	b	6	3,16	a
19	0,070	c	3	7,49	b	17	4,71	b	18	3,10	b
8	0,068	c	18	7,45	b	18	4,69	b	1	3,06	b
4	0,067	c	4	7,37	b	19	4,67	b	19	3,04	b
14	0,067	c	16	7,33	b	15	4,65	b	14	3,03	b
2	0,065	c	15	7,30	b	10	4,63	b	2	3,02	b
15	0,065	c	14	7,17	b	14	4,57	c	12	2,97	c
3	0,060	d	21	7,05	c	2	4,51	c	15	2,94	c
10	0,059	d	6	7,03	c	4	4,46	c	4	2,94	c
17	0,059	d	11	7,00	c	11	4,40	c	17	2,93	c
21	0,058	d	8	7,00	c	21	4,39	c	7	2,86	d
7	0,056	d	2	6,96	c	3	4,24	d	5	2,85	d
1	0,056	d	1	6,87	c	13	4,21	d	10	2,84	d
11	0,054	d	9	6,70	d	5	4,20	d	21	2,84	d
12	0,050	e	7	6,61	d	7	4,01	e	3	2,81	d
5	0,049	e	12	6,57	d	1	3,97	e	11	2,80	d
13	0,049	e	5	6,53	d	9	3,89	e	13	2,70	d
9	0,046	e	13	6,47	d	12	3,82	e	9	2,68	d
Média Geral	0,062			7,12			4,47			2,96	
CV (%)	18,2			7,03			8,11			10,59	

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

Em estudos realizados com matrizes, considerando avaliação de caracteres biométricos tendo em vista a seleção daqueles que apresentam as características desejáveis para futuras gerações, é possível estimar os coeficientes de repetibilidade das variáveis estudadas e quantificar o número de determinações que devem ser realizadas em um caractere para obter-se uma avaliação fenotípica mais eficiente, em menor espaço de tempo e com menos custo.

A estimativa do coeficiente de repetibilidade em nível de média de progênies, com base na avaliação de trinta sementes, divergiram entre si (Tabela 13). Para peso úmido, variou de 0,38 (ARcorrel) a 0,42 (CPcov); para comprimento de 0,37 (ANOVA) e (AEcov) a 0,44 (CPcov); para largura variou de 0,49 (ANOVA) e (ARcorrel) a 0,52 (CPcov); e para espessura variou de 0,19 (ANOVA) a 0,24 (CPcorrel). Resende (2002) classifica a estimativa do coeficiente de repetibilidade como alta quando $\geq 0,6$, média quando $< 0,6$ e $\geq 0,3$ e baixa quando $< 0,3$. Desta forma, podemos inferir que o peso, o comprimento e a largura das sementes apresentaram valores medianos, enquanto que a espessura assumiu baixos valores.

Tabela 13. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade e respectivos coeficientes de determinação (entre parênteses) avaliadas em 21 genótipos de *Stryphnodendron pulcherrimum* considerando 30 avaliações e baseadas em diferentes metodologias¹.

Métodos	Peso Úmido	Comprimento	Largura	Espessura
ANOVA	0,387 (94,98)	0,375 (94,73)	0,498 (96,74)	0,192 (87,67)
CP (cov)	0,420 (95,60)	0,442 (95,96)	0,528 (97,11)	0,227 (89,80)
CP (correl)	0,405 (95,33)	0,410 (95,42)	0,518 (96,99)	0,248 (90,80)
AE (cov)	0,388 (95,00)	0,375 (94,73)	0,501 (96,79)	0,214 (89,06)
AR (correl)	0,386 (94,96)	0,381 (94,87)	0,498 (96,75)	0,193 (87,73)

¹Metodologias de estimação do coeficiente de repetibilidade: ANOVA: Análise de variância com um fator; CP (cov): Componentes principais obtidos da matriz de covariâncias; CP (correl): Componentes principais obtidos da matriz de correlação; AE (correl): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de correlações ou correlação média; e AE (cov): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de covariância.

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade obtidas pelos diferentes metodologias mostraram que as estimativas obtidas pelo método da ANOVA, de modo geral, foram inferiores aos demais métodos. O método dos componentes principais obtidos da matriz de covariância obteve as maiores estimativas de repetibilidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Tomaz *et al.* (2018) estudando *Ormosia excelsa*, Silva *et al.* (2015) com cajá-mirim, Manfio *et al.* (2011) com macaúba, Danner *et al.* (2010) com pitangueira, Chia *et al.* (2009) com caiaué e o dendezeiro e Silva *et al.* (2009) com bacuri onde mostraram que as estimativas obtidas pelo método da ANOVA foram sempre inferiores às obtidas pelas demais metodologias.

Os coeficientes de determinação, obtidos a partir das 30 repetições, para os quatro caracteres biométricos, foram superiores a 80%, independente da metodologia utilizada para sua estimação (Tabela 14), demonstrando que a avaliação das características pode ser realizada com alta confiabilidade, no entanto a fim de reduzir custos e tempo, deve-se optar por reduzir o número de avaliações.

O número mínimo de sementes necessárias para predizer o valor real dos genótipos, com 90% de coeficiente de determinação para P, CS, LS e ES será de 12, 11, 8 e 31 para o método de CPcov. Neste estudo, com o coeficiente de determinação de 85%, é possível reduzir o número de avaliações das características P, CS, LS e ES para 8, 7, 5 e 19 (Tabela 14). Com base nas estimativas apresentadas podemos afirmar que com apenas 14 sementes é possível realizar a avaliação das características com boa acurácia. Sendo assim, a redução de 30 sementes para 14 pode ser um procedimento viável, proporcionando a redução de tempo e número de avaliações necessárias, aliado a uma alta confiabilidade na seleção de materiais genéticos superiores.

Tabela 14. Número de avaliações necessárias associada a diferentes coeficientes de determinação (R^2), estimado para peso úmido (g), comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm) de sementes avaliadas em 21 genótipos de *Stryphnodendron pulcherrimum*, considerando 30 avaliações e baseadas em diferentes metodologias¹.

R^2	Peso	Compr.	Larg.	Esp.	R^2	Peso	Compr.	Larg.	Esp.
----- ANOVA -----					----- CP (correl) -----				
0,80	6	7	4	17	0,80	6	6	4	12
0,85	9	9	6	24	0,85	8	8	5	17
0,90	14	15	9	38	0,90	13	13	8	27
0,95	30	32	19	80	0,95	28	27	18	58
0,99	157	165	100	418	0,99	146	143	92	301
----- CP (cov) -----					----- AE (cov) -----				
0,80	6	5	4	14	0,80	6	7	4	15
0,85	8	7	5	19	0,85	9	9	6	21
0,90	12	11	8	31	0,90	14	15	9	33
0,95	26	24	17	65	0,95	30	32	19	70
0,99	137	125	89	337	0,99	156	165	99	365

¹Metodologias de estimação do coeficiente de repetibilidade: ANOVA: Análise de variância com um fator; CP (cov): Componentes principais obtidos da matriz de covariâncias; CP (correl): Componentes principais obtidos da matriz de correlação e AE (cov): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de covariância.

6 . CONCLUSÕES

As progênies de *S. pulcherrimum* apresentam variabilidade genética significativa para todos os caracteres, com o aumento da temperatura promovendo um decréscimo na porcentagem e no 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 a maioria das associações entre os caracteres e ambientes considerados, tornando o processo seletivo mais simples.

As progênies 11, 14 e 15 se mostraram superiores apresentando boas características de germinação para condições de temperaturas mais amenas e elevadas, sendo assim, indicadas para programas de conservação, melhoramento e produção de mudas.

Quatorze sementes de *S. pulcherrimum* são suficientes para a realização das análises biométricas com boa acurácia na seleção de genótipos.

7 . REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALLENDORF, F.W; G. LUIKART. **Conservation and the Genetics of Populations.** **Blackwell Publishing**, Malden, Massachusetts, USA, 2007.

ALMEIDA, M.S., MELO, B., SILVA, C.A., SANTANA, D.G. & SILVA, C.J. **Massa de sementes e profundidades de semeadura no desenvolvimento de mudas de tamarindeiro.** *Rev. Bras. Frutic.* 32:555-560, 2010.

ALVES, E. U.; NASCIMENTO, C. D. L.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; CARDOSO, E. A.; GALINDO, E. A.; SILVA, K. B. **Germinação e vigor de sementes de *Bauhinia divaricata* L.** *Ciência Rural*, v. 38, n. 4, p. 960-966, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook.** Lincoln, 2009.

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

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

BONNER, F.T.; VOZZO, J.A.; ELAN, W.W; LAND, S.B. **Tree seed technology training course.** Student out line. Gen. Tech. Rep. SO-107. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 81p, 1994.

BOREM, A. & MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas.** 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 525 p, 2005.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. **Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. Sementes florestais tropicais.** Brasília: ABRATES, p. 83-136, 1993.

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

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

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

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5. ed. Funep: Jaboticabal, 590 p, 2012.

CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R. F. R.; OLIVEIRA, W. M. **Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 25, p. 326- 328, 2003.

CORVELLO, W. B. V.; VILLELA, F. A.; NEDEL, J. L.; PESKE, S. T. **Época de colheita e armazenamento de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.).** Revista Brasileira de Sementes, v. 21, p. 23 - 27, 1999.

COSTA, E. S.; NETO, A. L. S.; COSTA, R. N.; SILVA, J. V.; SOUZA, A. A.; SANTOS, V. R.; **Dormência de sementes e efeito da temperatura na germinação de sementes de mororó.** Rev. Cienc. Agrar., v. 56, n. 1, p. 19-24, jan./mar, 2013.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. **Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A.C. Smith (Lecythidaceae).** Acta Amazonica, 33(3): 381, 2003.

CRUZ, C. D; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** (2): Viçosa, UFV, 2009.

CRUZ, C. D; REGAZZI, A. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético** - 1: 2ª ed. Viçosa, UFV, 1994.

CRUZ, C. D; REGAZZI, A. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético** - 1: 4ª ed. 514. Viçosa, UFV, 2012.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: estatística experimental e matrizes.** Viçosa: UFV, 2013.

DANNER, M.A.; RASEIRA, M.C.B.; SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I.; SCARIOT, S. Repetibilidade de Caracteres de Fruto em araçazeiro e pitangueira. *Ciência Rural*, 40: 2086-2091, 2010.

DE LA FUENTE, Marie Ann S.; MARQUIS, Robert J. **The role of ant-tended extra nectarines in protection and benefit of Neotropical rainforest tree.** *Oecologia*, 1999.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R.; DIAS, S. T. dos S. **Estimadores de componentes de variância em delineamento de blocos aumentados com tratamentos novos de uma ou mais populações.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1155-1167, set, 2001.

DUARTE, MANOELA MENDES, MILANI, JAÇANAN ELOÍSA DE FREITAS, BLUM CHRISTOPHER THOMAS , NOGUEIRA, ANTONIO CARLOS, **Germinação e morfologia de sementes e plântulas de *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby & J. W. Grimes1**, *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 166 – 173, jul. – set, 2015.

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

FEARNSIDE, PHILIP M., **A vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas**, Oecologia Brasiliensis, Oecol. Bras., 13(5): 609-618, 2009.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 250 p, 2005.

FERREIRA, A. G.; CASSOL, B.; ROSA, S. G. T.; SILVEIRA, T. S.; STIVAL, A. L.; SILVA, A. A. **Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil**. Acta Botanica Brasilica, v. 15, n. 2, p. 231-242, 2001.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 323 p, 2004.

FERREIRA, L.V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S.S. **O Desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas**. Estudos Avançados, Campinas, 19(53): 1-10; 2005.

GALINDO, E. A.; ALVES, E. U.; SILVA, K. B.; BARROZO, L. M.; MOURA, S. S. S. **Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes temperaturas e regimes de luz**. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 1, p. 138-145, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000100017>

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, 12(2): 286-97, 2000.

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

HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 299 p, 2006.

KAGEYAMA, P. Y. *et al.* **Variação genética entre e dentro de progênes de *Pinus patula Schiede e Deppe* na região de Telêmaco Borba - PR.** Instituto de Pesquisa Florestal, n. 15, p. 21-39, 1977.

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

LAKSHMAMMA, P.; PRAYAGA, L.; MOHAN, Y. C.; LAVANYA, C. Genetic variability and character association in castor (*Ricinus communis* L.) **National Journal of Plant Improvement**, v. 7, n. 2, p. 122-126, 2005.

LEHTILÄ, K. & EHRLÉN, J. **Seed size as an indicator of seed quality: a case study of *Primula veris*.** Acta Oecol. 28:207-212, 2005.

LEMUS FILHO, J.P.; GUERRA, S.T.M.; LOVATO, M.B. E SCOTTI, M.R.M.M.L. **Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.4, p.357-361, 1997.

LIMA JÚNIOR, M. de J.V. **Manejo de Sementes para o cultivo de espécies florestais da Amazônia.** Universidade Federal do Amazonas, Manaus, p.165, 2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil.** Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 189-192 p, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil.** 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 2. 384 p., 2002.

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

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

MARANGONI, L. D.; MUNIZ, M. F. B.; BINOTTO, R.; GEORGIN, J.; MACIEL, C. G. **Influência do teor de umidade na germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENNAN**. Nativa, Sinop, v. 02, n. 04, p. 224-228, out./dez, 2014.

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

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. **Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (*Leguminosae*))**. Revista Árvore, v.32, n.4, p.633-639, 2008.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. **Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L.** Revista Brasileira de Sementes, v. 29, n. 3, p. 8-17, 2007.

MAZUCHOWSKI, J. Z. *et al.* ; **Bracatinga, *Mimosa scabrella* Bentham: cultivo, manejo e usos da espécie**. Florianópolis: Epagri, 365 p, 2014.

MIRANDA, P.R.M. E FERAZ, I.D.K. **Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke)**. Revista Brasileira Botânica, São Paulo, v.22, n.2, p.303-307, 1999.

MOURA, N. F.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; AGUIAR, A. V. de; SOBIERAJSKI, G. da R. **Variabilidade entre procedências e progênes de Pequizero (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 103-112, jun. 2013.

NASCIMENTO, W. M. O. do ; CARVALHO, J. E. U. E CARVALHO, N. M. . **Germinação de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) submetidas a diferentes temperaturas e substratos**. Revista Brasileira Fruticultura , Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 471-473, 2000.

NASCIMENTO, W. M. O. do ; RAMOS, N.P ; CARPI, V.A.F. ; SCARPARE FILHO, J. A. ; CRUZ, E.D. **Temperatura e substrato para germinação de sementes de *Parkia***

platycephala Benth. (Leguminosae- Caesalpinoideae). Revista de Agricultura Tropical, Cuiabá, v. 7, n. 1, p. 119-129, 2003.

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.

OCCHIONI, E.M.L. **Considerações taxonômicas no gênero *Stryphnodendrom* Mart. (Leguminosa – Mimosoideae) e a distribuição geográfica das espécies**. Acta Bot. 4(2): 153-158, 1990.

OLIVEIRA, I. V. D.; COSTA, R. S.; ANDRADE, R. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A. B. G. **Influência da temperatura na germinação de sementes de dovalis (D. Abyssinica Warb. X. D. Hebecarpa Warb.)**. Revista Caatinga, v. 20, n. 1, p. 71-74. 2007.

OLIVEIRA, A.K.M.; BARBOSA, L.A. **Efeitos da temperatura na germinação de sementes e na formação de plântulas de *Cedrela fissilis***. Revista Floresta, Curitiba, 44(3): 441-450, 2014.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente** 2.ed. Brasília: 289p, 1985.

RAMOS, M.B.P. ; VARELA, V.P.; MELO, M.F.F. **Influência da temperatura e da água sobre a germinação de sementes de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke Leguminosae Caesalpinoideae)**. Revista Brasileira Sementes , Pelotas, v.28, n.1, p. 163-168, 2006.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. dos. **Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade**. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 31, n. 2, p. 212 - 220, 2009.

RESENDE, M.D.V.; DIAS, L.A.S. **Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos**

aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. Revista Brasileira de Fruticultura, v.22, n.1, p.44-52, 2000.

REVISTA ÁRVORE, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.633-639, 2008.

RIBEIRO, J.E.L.S.; HOPKINS, M.J.G; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L.H.P.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P.A.C.; PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R.; PROCÓPIO, L.C. **Flora da reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firma na Amazônia Central.** Manuais: INPA, 1999.

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

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

SANTOS NETO, A. L. S. *et al.* **Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de sambacaitá (*Hyptis pectinata* (L.) Poit).** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v. 14, n. 4, p. 19-26, 2008.

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

SILVA, B.M.S.; CEARINO, F.; LIMA, J.D.; PANTOJA, T.F.; MORO, F.V **Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oeanocarpus minor* Mar. (Arecaceae).** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, V.28, N.2, P.289-292, 2006.

SILVA, C. A; TEIXEIRA, A.L; ROCHA, R. O.; BAPTISTA, A.C.; SILVA, A. A. S.; **Effect of temperature and pre-germination treatments on seed germination of juerana branca (*Stryphnodendron pulcherrimum*)** Academic Journals: African Journal of Agricultural Research, Vol. 10(6), pp.494-498, 2015.

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

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

SUNE, A.D.; FRANKE, L.B.; SAMPAIO, T.G. **Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog.** Revista Brasileira de Sementes, v.24, n.1, p.18-23, 2002.

SUSKO, D.J. & LOVETT-DOUST, L. **Patterns of seed mass variation and their effects on seedling traits in *Alliaria petiolata* (Brassicaceae).** Am. J. Bot. 87:56-66. PMID:10636830, 2000.

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 excels Benth*, FLORESTA,** Curitiba, PR, v. 48, n. 3, p. 331-342, jul/set, 2018.

UNÊDA-TREVISOLI, S. H. *et al.* **Estimativa de parâmetros genéticos em linhagens precoces de soja com aptidão para áreas de reforma de canavial.** Ciência & Tecnologia, Jaboticabal, v. 4, 2012.

VARELA, V.P. ; BROCKI, E. E SÁ, S.T.V. **Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais da Amazônia: Faveira camuzê - *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr Leguminosae.** Revista Brasileira Sementes, Brasília, v.13, n.2, p. 87-90, 1991.

VARELA, V.P.; RAMOS, M.B.P.; MELO, M.F.F. **Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke).** Revista Brasileira Sementes, Pelotas, v.27, n.2, p.130-135, 2005.

YOKOMIZO, G. K. **Produtividade da soja na região do Município de Tartarugalzinho – AP.** Comunicado Técnico, Embrapa, p.1-5, 2012.