

Rhayana Maria Schlichting Bareta

**ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ENVELHECIMENTO
ACELERADO, E ESTUDOS DE REPETIBILIDADE E
DISSIMILARIDADE GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS
BIOMÉTRICAS DE SEMENTES DE *Mimosa scabrella* BENTH.**

Curitibanos

2017



Rhayana Maria Schlichting Bareta

**ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ENVELHECIMENTO
ACELERADO, E ESTUDOS DE REPETIBILIDADE E
DISSIMILARIDADE GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS
BIOMÉTRICAS DE SEMENTES DE *Mimosa scabrella* BENTH.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Florestal do Centro de Curitiba da
Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito para a obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Florestal

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Andressa Vasconcelos
Flores

Coorientador: Paulo César Flôres Júnior

Curitiba

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Bareta, Rhayana Maria Schlichting

ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ENVELHECIMENTO
ACCELERADO, E ESTUDOS DE REPETIBILIDADE E
DISSIMILARIDADE GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS
BIOMÉTRICAS DE SEMENTES DE *Mimosa scabrella* BENTH. /
Rhayana Maria Schlichting Bareta; orientadora,
Andressa Vasconcelos Flores, coorientador, Paulo
César Flôres Júnior, 2017.

41 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Bracatinga. 3.
Vigor. 4. Melhoramento genético. 5. Divergência
genética. I. Flores, Andressa Vasconcelos. II.
Flôres Júnior, Paulo César. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia
Florestal. IV. Título.

Rhayana Maria Schlichting Baretta

**ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ENVELHECIMENTO
ACELERADO, E ESTUDOS DE REPETIBILIDADE E
DISSIMILARIDADE GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS
BIOMÉTRICAS DE SEMENTES DE *Mimosa scabrella* BENTH.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Catarina.

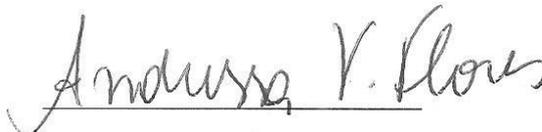
Curitiba, 01 de dezembro de 2017.



Prof. Dr. Magnos Alan Vivian

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof.ª Dr.ª Andressa Vasconcelos Flores

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Paulo César Flores Júnior

Coorientador

Universidade Federal do Paraná



Prof.ª Dr.ª Julia Carina Niemeyer

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

À toda minha família, em especial aos meus pais, Luciana e Ademir (*in memoriam*), meus irmãos, Sarah e Lucas, e minha avó Dalva, por todo o amor, carinho e apoio incondicionais em todos esses anos.

Ao Everton, por toda a paciência, companheirismo e compreensão.

À Pricilla e ao meu primo Rafael, por toda a amizade, apoio e auxílio constante em todos os anos de graduação.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Andressa Vasconcelos Flores, pela paciência, carinho e toda a ajuda em cada etapa do processo.

Ao meu coorientador, Paulo César Flôres Júnior, pelas sugestões e colaboração.

Aos meus amigos, os “Bonitinhos”, Jacqueline, Ana Carolina, Luciano, Thalles, Andrey e Jonas, por deixarem a vida mais leve, alegre e divertida.

E a todos os meus professores e colegas que em algum momento colaboraram para realização deste trabalho ou para a minha formação profissional.

A todos vocês meu muito obrigada!

RESUMO

Mimosa scabrella Benth., a bracatinga, é uma espécie de rápido crescimento e, por possuir diversas utilizações, vem sendo cada vez mais estudada para uso em larga escala em plantios florestais. Para garantir o sucesso de um reflorestamento, é necessário a utilização de mudas de qualidade e, para tal, se faz essencial a utilização de sementes de qualidade. A qualidade das sementes florestais pode ser tanto de origem fisiológica, quanto genética. Uma forma de verificar a qualidade fisiológica de sementes é por meio do teste de envelhecimento acelerado, que visa observar a perda de vigor das sementes antes que estas apresentem queda no percentual germinativo, e pode ser utilizado para diferenciação de lotes de sementes. Já a qualidade genética é predominantemente utilizada em programas de melhoramento genético. Para garantir qualidade das sementes utilizadas, pode-se partir do pressuposto de que sementes maiores possuem maior quantidade de reservas e, portanto, possuem maiores chances de sobrevivência em condições de estresse. Assim, para aumentar as chances de que tais características desejáveis se repetirão ao longo do tempo, utiliza-se o coeficiente de repetibilidade. Concomitantemente, os materiais utilizados nos programas de melhoramento devem apresentar variância para as características desejadas, a fim de garantir maior efeito heterótico. Ao analisar uma população para sua utilização, pode-se empregar a dissimilaridade genética para garantir a variabilidade dentro dos materiais genéticos disponíveis. Assim, esse trabalho teve como objetivo adequar o teste de envelhecimento acelerado para sementes de 10 matrizes de *M. scabrella*, bem como determinar o coeficiente de repetibilidade para quatro características biométricas das sementes e a dissimilaridade genética das matrizes utilizadas. As sementes foram coletadas de uma população do município de Curitibanos – SC. Para o envelhecimento acelerado, foram testados 5 tratamentos, 0, 24, 48, 72 e 96 horas de envelhecimento, todos a 40°C. Enquanto que, no programa GENES, foram avaliados o coeficiente de repetibilidade (r), o coeficiente de determinação (R^2), e o número de sementes necessárias para se obter tais R^2 , bem como a dissimilaridade das matrizes utilizadas. O teste de envelhecimento acelerado, quando aplicado a 40°C por 72 horas, foi adequado para diferenciação das matrizes quanto ao vigor das sementes. O coeficiente de repetibilidade foi alto para as características peso e diâmetro longitudinal e mediano para diâmetro equatorial e espessura, e, para garantir 95% de determinação, é necessária a medição de 18 sementes, para compreensão de todas as características. Entre as matrizes avaliadas, as que apresentaram maior divergência foram as matrizes 3 e 7, sendo que, com a metodologia utilizada (distância de Mahalanobis), foi possível a formação de dois grupos pouco dissimilares, em decorrência da baixa variabilidade genética para os indivíduos da população.

Palavras-chave: Bracatinga, vigor, melhoramento genético, divergência genética.

ABSTRACT

Mimosa scabrella Benth., known as bracatinga, is a species of rapid growth and, because its several uses, it has been increasingly studied for large scale use in forest plantations. In order to guarantee the success of a reforestation, it is necessary to use quality seedlings and, for this purpose, the use of quality seeds is essential. The quality of forest seeds can be both, physiological and genetic. One way to verify the physiological quality of seeds is by means of the accelerated aging test, which aims to observe the loss of vigor of the seeds before they present a decrease in the germination percentage, and it can be used for differentiation of seed lots. Genetic quality is used predominantly in genetic improvement programs. In order to guarantee the quality of the seeds, it is assumed that larger seeds have larger reserves and, therefore, have a higher chance of survival under stress conditions, thus the repeatability coefficient is used, in order to increase the chances that such desirable characteristics will recur over time. At the same time, the materials used in the genetic improvement programs must present variance to the desired characteristics in order to guarantee greater heterotic effect. When analyzing a population for its use, genetic dissimilarity can be employed to ensure variability within available genetic materials. Thus, the objective of this work was to adapt the accelerated aging test to 10 matrices of *M. scabrella*, as well as to determine the repeatability coefficient for 4 biometric characteristics of the seeds and the genetic dissimilarity of the used matrices. The seeds were collected from a population of Curitiba – SC, Brazil. For accelerated aging, 5 treatments were tested, 0, 24, 48, 72 and 96 hours of aging, all at 40°C. While in the GENES program, the coefficient of repeatability (r), the coefficient of determination (R^2), and the number of seeds required to obtain such R^2 were evaluated, as well as the dissimilarity of the matrices used. The accelerated aging test, when applied at 40°C for 72 hours, was adequate for seed differentiation in relation to vigor. The coefficient of repeatability was high for the characteristics of weight and longitudinal diameter and median for equatorial diameter and thickness. In order to guarantee 95% of determination, it is necessary to measure 18 seeds, in order to understand all the characteristics. Among the matrices evaluated, the ones that presented the greatest divergence were matrices 3 and 7, and, with the methodology used (Mahalanobis distance), it was possible to form two groups with little dissimilarity, probably due to the low genetic variability for the individuals population.

Keywords: Bracatinga, vigor, genetic improvement, genetic divergence.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	A ESPÉCIE <i>Mimosa scabrella</i> BENTH.	12
2.2	TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO.....	14
2.3	BIOMETRIA DE SEMENTES	15
2.4	REPETIBILIDADE.....	16
2.5	DISSIMILARIDADE GENÉTICA.....	18
3	METODOLOGIA	19
3.1	ESTUDO 1 – ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO	19
3.2	ESTUDO 2 – REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	ESTUDO 1 – ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO	23
4.2	ESTUDO 2 – REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS	27
4.2.1	Repetibilidade	27
4.2.2	Dissimilaridade genética	31
5	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Mimosa scabrella Benth. é uma espécie florestal nativa, pertencente à família Fabaceae e conhecida popularmente como bracatinga. Vem sendo priorizada em amplo espectro em pesquisas no sul do Brasil devido à sua relevância econômica e ambiental, além dos diversos usos possíveis da espécie (LORENZI, 2008; STEENBOCK et al., 2011). Sendo uma espécie não domesticada, sua utilização em larga escala em plantios florestais homogêneos ainda possui muitos entraves (BORÉM, 1998), entre eles a utilização de sementes de boa qualidade, que constitui um fator determinante para o êxito do empreendimento florestal (GONÇALVES et al., 2008).

O principal atributo da qualidade das sementes a ser considerado é a sua capacidade germinativa, pois, sem ela, a semente não tem valor para a semeadura, e dela também dependem a qualidade das mudas e o sucesso de um reflorestamento (GONÇALVES et al., 2008).

Para avaliar a qualidade fisiológica de um ou mais lotes de sementes, adotam-se os testes de germinação e de vigor. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), o conjunto de características ou propriedades que determinam o potencial fisiológico, ou seja, a capacidade das sementes em apresentar desempenho adequado quando expostas a diferentes condições ambientais, é o que se denomina vigor.

A análise do vigor em sementes florestais, em sua grande maioria, restringe-se a avaliação de parâmetros derivados do teste de germinação, como primeira contagem da germinação, índice de velocidade e porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, crescimento e desenvolvimento de plântulas ou de partes da mesma (MARQUES et al., 2002). Entretanto, de acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), as primeiras mudanças físicas, bioquímicas e fisiológicas decorrentes da deterioração ocorrem antes que se observe o declínio da capacidade germinativa das sementes.

Como a perda de vigor está diretamente relacionada ao início da deterioração das sementes, por ser um reflexo de um conjunto de características que determinam seu potencial fisiológico, houve a necessidade de se utilizar, em complementariedade ao teste de germinação, testes alternativos que fossem capazes de detectar os primeiros sinais de deterioração por meio da diminuição do vigor (MARCOS FILHO, 2005).

Busca-se, geralmente, testes de vigor que sejam rápidos, de baixo custo, de fácil execução, reproduzíveis, que não exijam equipamentos complexos e que sejam igualmente

aplicáveis na determinação de pequenas e grandes diferenças de vigor nas sementes ou lotes (NAKAGAWA, 1999). Um exemplo de teste de vigor é o teste do envelhecimento acelerado.

De acordo com Guedes et al. (2009), o envelhecimento acelerado é um teste baseado na simulação de fatores ambientais diversos tais como altas temperaturas e umidade relativa elevada, desta forma, o teste consiste em submeter as mesmas a condições adversas de temperatura (40-45°C) e umidade relativa do ar (100%) durante certo período e, em seguida, observar a resposta por meio do teste padrão de germinação. Permitindo, assim, a diferenciação na qualidade de sementes, uma vez que sementes menos vigorosas deterioram-se mais rapidamente do que as de melhor qualidade (MIRANDA et al., 2001).

Concomitantemente às análises de vigor, as análises genéticas assumem importância fundamental no processo de manejo das espécies florestais, principalmente no que diz respeito ao conhecimento sobre a produção e tecnologia de sementes (HIGA; SILVA, 2006).

Vários estudos vêm apontando a relação entre tamanho de sementes e seu vigor, partindo-se do pressuposto de que seu tamanho está relacionado à quantidade de reservas, ou seja, quanto maior a semente, maior as chances de sobrevivência em condições desfavoráveis e maior a probabilidade de estabelecimento da plântula (HAIG; WESTOBY, 1991). Entretanto, sendo a *M. scabrella* considerada uma espécie não domesticada, há grande variação entre as características físicas de suas sementes, principalmente por se tratarem estas, de características que possuem oscilações ao longo de várias medições (ciclos).

Assim, em programas de melhoramento, os testes genéticos requerem a seleção de plantas superiores, cujas características sejam interessantes para recombinação, e ao selecionar um genótipo, espera-se que sua superioridade inicial perdure durante toda a sua vida (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012), entretanto, em espécies perenes, o melhoramento é dificultado devido à grande área necessária para instalação de experimentos com delineamentos adequados bem como pelos longos prazos de execução (ALBUQUERQUE et al., 2004). Assim, qualquer atividade que garanta a identificação de genótipos superiores com o mínimo de custo e mão de obra é uma ferramenta importante a ser estudada e utilizada. Uma dessas ferramentas é o coeficiente de repetibilidade.

A repetibilidade pode ser definida como sendo a correlação entre sucessivas medições de um mesmo indivíduo, cujas avaliações foram repetidas ao longo do tempo ou espaço (ABEYWARDENA, 1972; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO., 2012). Saber se características consideradas interessantes do ponto de vista do melhoramento, como as biométricas, por exemplo, possuem alto coeficiente de repetibilidade, permite a sua utilização na escolha de genótipos superiores para o melhoramento.

Além disso, segundo Falconer e Mackey (1996), programas de melhoramento de qualidade requerem uma população segregante com elevada amplitude da variabilidade genética. A seleção de genitores divergentes, cujos genótipos permitam o melhor efeito heterótico para as características desejadas, é de fundamental importância pois garante a obtenção de progênies melhores que as até então existentes. As análises de dissimilaridade permitem agrupar indivíduos de acordo com suas semelhanças, evitando cruzamentos entre indivíduos aparentados, de forma a aumentar o efeito heterótico nas populações segregantes.

Diante destas considerações, o presente trabalho teve o objetivo de adequar metodologia para condução do teste de envelhecimento acelerado de sementes de *M. scabrella* provenientes de 10 matrizes, a fim de diferenciá-las de acordo com sua qualidade fisiológica, bem como avaliar o coeficiente de repetibilidade e a dissimilaridade genética em características biométricas das sementes, da população de estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A ESPÉCIE *Mimosa scabrella* BENTH.

A família Fabaceae conta com 727 gêneros e 19.325 espécies e é considerada a terceira maior família entre as Angiospermas. As leguminosas são normalmente divididas em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae (LEWIS et al., 2005).

Pertencente à família Fabaceae e subfamília Mimosoideae, a *Mimosa scabrella* Benth é comumente conhecida como bracatinga, maracutinga, bracatinga-branca ou bracatinga preta, sendo originária das regiões de clima subtropical do sul do Brasil, apresentando-se de forma contínua desde o sul de São Paulo até o norte do Rio Grande do Sul (LORENZI, 2008; STEENBOCK et al., 2011).

Por ser uma espécie de rápido crescimento e elevada produtividade em altas densidades, as populações de bracatinga têm sido manejadas para a produção de lenha e carvão. A madeira, por ser moderadamente densa (0,51 a 0,81 g/cm³), pode ser utilizada para confecção de móveis, compensados, laminados, aglomerados. Enquanto seus galhos e folhas são utilizados para alimentação animal, as sementes são utilizadas em projetos de recuperação de áreas degradadas e as flores apresentam grande aptidão apícola (STEENBOCK et al., 2011).

A árvore adulta apresenta altura entre 5 e 15 m e diâmetros que variam de 30 a 40 cm (Figura 1A). Seu tronco é revestido por uma casca pardo acinzentada (Figura 1B), e as folhas são alternas, espiraladas, estipuladas, compostas, bipinadas, pubescentes na face abaxial (Figura 1C). O fruto é uma vagem do tipo craspédio, com indumento ferrugíneo (Figura 1D). Possui inflorescências amarelas, em capítulos pedunculados, de um a três por nó, sendo estes axilares ou terminais (Figura 1E). O florescimento ocorre durante longo período, porém com mais intensidade a partir de junho até agosto, enquanto os frutos amadurecem de novembro a janeiro (CARPANEZZI et al, 1988; LORENZI, 2008). É uma espécie alógama ou de fecundação cruzada (FONSECA, 1982 apud CARVALHO, 2002).

A produção de sementes férteis pode iniciar-se no primeiro ano. Em árvores vigorosas, expostas à insolação, entretanto, o início da produção é mais comum a partir do terceiro ano. De forma geral, as vagens apresentam de 3 a 4 sementes (CARPANEZZI et al., 1988). As sementes de bracatinga são de cor escura, quase preta, lustrosa, com um tamanho médio de 6 mm de comprimento e 3 mm de largura, possuem uma protuberância (elevação central de

forma elíptica) e um formato irregular (rômbicas, elipsoides ou ovoides) em vista frontal, e biconvexas vistas de perfil (BELLEI, 2017) (Figura 1F).

Figura 1 – Aspectos morfológicos da espécie *Mimosa scabrella* Benth.



Legenda: A) Indivíduo adulto. B) Detalhe do tronco. C) Folhas. D) Frutos imaturos. E) Flores. F) Sementes.

Fonte: A autora.

As sementes apresentam dormência causada pela impermeabilidade do tegumento à água (DUARTE, 1978; CARVALHO, 2002). Vários métodos vêm sendo utilizados com bons resultados para superação de dormência, como a imersão em água quente (PAGEL, 2004), a aplicação de ácido sulfúrico concentrado (BARAZETTI; SCCOTI, 2010), bem como a escarificação mecânica (ROSA et al., 2012).

Em ambientes naturais, os frutos e sementes possuem dispersão autocórica, principalmente barocórica, ou seja, por gravidade. De acordo com Carpanezzi (1997), as sementes são encontradas em abundância no banco de sementes do solo, e podem permanecer viáveis por ao menos 54 meses.

2.2 TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

De acordo com Marcos Filho (2005), o vigor é um dos aspectos mais importantes na análise da qualidade da semente, uma vez que determina seu potencial fisiológico, ou seja, a capacidade de apresentar desempenho adequado quando expostas a diferentes condições ambientais. Uma forma rápida, eficiente e econômica de avaliar o vigor das sementes é por meio do teste de envelhecimento acelerado ou artificial.

Sendo reconhecido como um dos testes mais utilizados internacionalmente para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de várias espécies, o teste é um método que simula condições de estresse nas sementes, gerando alta taxa de respiração e de consumo das reservas, acelerando processos metabólicos (PINÃ-RODRIGUES et al., 2004).

O teste se baseia no princípio de que a exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar aumentam a intensidade e a velocidade da deterioração das sementes (TEKRONY, 1985). Desta forma, o teste permite detectar possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes de sementes que apresentam capacidade germinativa similar, porém, podendo apresentar comportamento diferente em condições de campo ou ao longo do armazenamento (FLÁVIO; PAULA, 2010).

De acordo com Garcia et al. (2004), as sementes mais vigorosas possuem capacidade de produzir plântulas normais, apresentando germinação mais rápida e elevada após serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, ao contrário daquelas com baixo vigor, que demonstram baixa viabilidade.

Existem alguns aspectos, como os citados por Powell (1995) e Marcos Filho (1999), como genótipo, tamanho das sementes, teor de água inicial e manutenção da temperatura

durante a execução do teste, que podem interferir nos resultados de testes de envelhecimento acelerado.

Apesar destas variações, o princípio do teste consiste em submeter as sementes a altas temperaturas (40 a 45°C), sob condições de alta umidade relativa (90 a 100%), por períodos variáveis, normalmente de 24 a 72 horas. Ao fim do período estabelecido, as sementes são submetidas aos testes-padrão de germinação, descritos nas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), a fim de verificar diferenças no poder germinativo das sementes.

Assim, o teste integra muitas características desejadas em um teste de vigor, é rápido, econômico, simples e útil para todas as espécies (COPELAND; McDONALD, 2001).

O teste vem sendo cada vez mais empregado no estudo de espécies florestais, como *Sebastiania commersoniana* (SANTOS; PAULA, 2007), *Melanoxylum brauna* (CORTE et al., 2010) e *Dalbergia nigra* (GUEDES et al., 2011) no entanto, como ressaltado por Moraes et al. (2016), ainda são poucos os trabalhos utilizando testes de envelhecimento acelerado para avaliação de vigor em sementes de espécies florestais nativas.

2.3 BIOMETRIA DE SEMENTES

Sendo a oferta de sementes de qualidade determinante no desempenho silvicultural satisfatório de plantios comerciais, é necessário primeiro amostrar fontes de variação genética da espécie (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

A biometria de frutos e sementes constitui um instrumento importante para detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie, e as relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais (MATHEUS; LOPES, 2007). Assim, durante a maturação, as sementes crescem em tamanho até atingir valor característico para a espécie, porém, como existem variações nos indivíduos dentro de uma mesma espécie, em decorrência da variabilidade genética, há a geração, por consequência, de tamanhos diferentes de sementes dentro de um mesmo lote (TURNBULL, 1975; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O tamanho e as características das sementes são de grande importância para estudos de uma espécie florestal vegetal (FENNER, 1993). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), em geral, sementes de maior tamanho foram mais bem nutridas durante seu desenvolvimento, possuindo embrião mais bem formado e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, mais vigorosas.

Uma vez que o tamanho das sementes está relacionado a quantidade de reservas, quanto maior a semente, maior as chances de sobrevivência em condições desfavoráveis e maior a probabilidade de estabelecimento da plântula (HAIG; WESTOBY, 1991). Dessa forma, é comum, para várias espécies, que o tamanho da semente seja indicativo de qualidade fisiológica (POPINIGIS, 1985).

Sturion (1984), estudando sementes de bracatinga (*M. scabrella*), pode constatar, no estudo de diferentes procedências, que a classificação e separação das sementes quanto ao tamanho, permitiu a obtenção de mudas de diferentes padrões de qualidade quando germinadas em viveiro, ressaltando a correlação entre as características biométricas das sementes com sua qualidade fisiológica.

De forma geral, a biometria vem sendo utilizada para avaliar qualidade de sementes e variabilidade genética entre matrizes e lotes de sementes florestais, como por exemplo nos estudos de Freire (2005) com guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), de Silva et al. (2014) com quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) e de Roveri Neto e Paula (2017) com paineira-rosa (*Ceiba speciosa*).

2.4 REPETIBILIDADE

Em programas de melhoramento, é necessário inferir sobre a capacidade do genótipo em repetir seu desempenho ao longo de sucessivas avaliações (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Dessa forma, o coeficiente de repetibilidade visa determinar o número de medições necessárias em um indivíduo, ao longo de vários anos, para predizer seu valor real com certo grau de confiabilidade (RESENDE, 2002).

Sendo o melhoramento um processo oneroso, atividades como a determinação do coeficiente de repetibilidade podem reduzir ou eliminar tempo gasto além do necessário, ao mesmo tempo em que evitam que a avaliação seja insuficiente, garantindo a identificação de genótipos superiores com o mínimo de custo e mão de obra (CARDOSO, 2006), principalmente em espécies perenes, nas quais os experimentos normalmente ocupam grandes áreas, são demorados e muitas vezes são instalados sem delineamento experimental adequado (OLIVEIRA; FERNANDES, 2001).

O coeficiente de repetibilidade é uma característica que pode ser definida, em termos estatísticos, como a correlação entre as medidas feitas em um mesmo indivíduo sob variações no tempo ou no espaço (LUSH, 1964; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012), que permite avaliar se a seleção, baseada em certa característica fenotípica, será confiável, ou seja, se os

genótipos selecionados manterão sua superioridade permanentemente (MATIAS, 2014). Uma vez que as variações fenotípicas observadas nos indivíduos são decorrentes de uma interação genótipo x ambiente, essa variação só poderá ser analisada em termos de variância dentro dos indivíduos e de variância entre indivíduos quando forem efetuadas várias medidas de um mesmo caráter em cada indivíduo (FALCONER, MACKEY, 1996; CHAPMAN, 1985).

Cruz, Regazzi e Carneiro (2012) apresentam vários métodos para estimar o coeficiente de repetibilidade: pela análise de variância (ANOVA), por componentes principais (CP) com base na matriz de correlações (CPC) e covariâncias (CPCV), e análise estrutural (AE), com base na matriz de correlações.

A repetibilidade se relaciona com a herdabilidade das características. O coeficiente de herdabilidade varia de 0 a 1, sendo que características com alto valor de herdabilidade tem alto controle genético, enquanto as características de baixa herdabilidade são ditas altamente influenciadas pelo ambiente. Desta forma, a herdabilidade no sentido restrito mede a proporção da variação fenotípica que pode ser atribuída à variância aditiva, ou seja, a parte da variação genética que é transmitida aos descendentes, e herdabilidade no sentido amplo contempla a variância genética total, ou seja, a variação genética aditiva e não-aditiva (Pires et al., 2011).

O coeficiente de repetibilidade representa o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir, ou seja, o máximo percentual da variância fenotípica total que é passada às progênes (FALCONER, MACKEY, 1996). Assim, se o valor da estimativa da repetibilidade for alto, a seleção com base em apenas uma ou em poucas observações será eficiente e, se o valor da estimativa for baixo, será necessário calcular a média de várias observações para alcançar a mesma eficiência de seleção (LUSH, 1964; TURNER, YOUNG, 1969).

De acordo com Resende (2015), o coeficiente de repetibilidade apresenta diferentes classificações e auxiliam na tomada de decisões de quando podemos utilizá-lo com maior precisão. O autor relata que a repetibilidade é alta quando o valor do coeficiente é maior ou igual a 0,60, de magnitude intermediária quando o coeficiente é maior que 0,30 e menor que 0,60, e considerado baixo quando é menor ou igual a 0,30.

Os estudos de repetibilidade já foram aplicados para sementes de diversas espécies perenes, como por exemplo para *Paullinia cupana*, o guaraná (NASCIMENTO FILHO et al., 2009), *Acacia mearnsii*, a acácia (FLÔRES JÚNIOR, 2015), *Butia eriospatha*, o butiá

(JUNGBLUTH, 2015) e para *Ceiba speciosa*, a paineira-rosa (ROVERI NETO; PAULA, 2017)

2.5 DISSIMILARIDADE GENÉTICA

Segundo Cruz; Regazzi e Carneiro (2012), estudos sobre a dissimilaridade genética destacam a diferença entre dois ou mais genótipos, a partir da avaliação de vários caracteres, de modo agrupado, para se obter melhores alternativas para análise e interpretação dos dados. Assim, a quantificação da dissimilaridade genética pode servir como parâmetro para identificação de genitores que possibilitem maior efeito heterótico na progênie e maior possibilidade de recuperação de recombinantes superiores nas gerações segregantes (BERTAN et al., 2006). Cruz, Regazzi e Carneiro (2012) enfatizam que tal conhecimento sobre as diferentes constituições genéticas, dentro ou entre grupos, tem sido de grande importância em programas de melhoramento uma vez que aumentam a probabilidade de obtenção de indivíduos superiores.

Além disso, Moura et al. (1998) destacam que a determinação da dissimilaridade genética, onde vários caracteres podem ser dimensionados simultaneamente nos genótipos, se apresenta como muito vantajosa na identificação da variabilidade genética, principalmente por meio de métodos de agrupamento. Segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2012), os agrupamentos separam o grupo de observações geradas a partir da matriz de dissimilaridade, onde, dentro do subgrupo, haverá homogeneidade, e entre grupos haverá heterogeneidade, possibilitando a observação do comportamento dos genótipos de acordo com a distância genética indicada entre as matrizes.

Vários métodos multivariados podem ser usados na predição da diversidade genética. A escolha baseia-se na precisão desejada pelo pesquisador, bem como na facilidade da análise e na forma como os dados foram obtidos (BEZERRA NETO et al., 2010). Entre as estatísticas mais utilizadas para estimar a dissimilaridade genética, com base em características morfológicas quantitativas, está a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

A distância de Mahalanobis utiliza médias aritméticas não ponderadas das medidas de dissimilaridade, o que evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos entre os objetos considerados e produz menor distorção na representação em um dendrograma (PUIATTII et al., 2014; SILVA, 2012).

3 METODOLOGIA

3.1 ESTUDO 1 – ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Os frutos foram colhidos de 10 matrizes localizadas no entorno do Campus de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina ($27^{\circ}17'7''$ Sul, $50^{\circ}32'3''$ Oeste) a uma altitude de 987 m, no município de Curitibanos, conforme figura 2. As sementes de *M. scabrella* foram extraídas de frutos colhidos durante o mês de janeiro de 2016, no início da deiscência, quando os mesmos apresentavam coloração marrom-claro.

Figura 2 – Localização das matrizes de coleta de *Mimosa scabrella* Benth., no município de Curitibanos - SC.



Fonte: A autora (adaptado de SIG/SC, 2010).

Após a coleta, os frutos foram secos ao sol e as sementes beneficiadas manualmente, com auxílio de peneiras. As sementes imaturas, deterioradas ou danificadas foram eliminadas. Em seguida, foram determinados o teor de água pelo método de estufa 105°C , e o peso de mil sementes, para cada matriz, conforme recomendações das Regras de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biotecnologia e Genética da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos.

Anteriormente a aplicação dos tratamentos de envelhecimento acelerado, as sementes tiveram sua dormência superada, por meio de imersão em água destilada a 80°C e

permanência na mesma água sem aquecimento por 24 h (BRASIL, 2013). Após, as sementes foram semeadas em caixas do tipo “gerbox” com tela de alumínio, de maneira a formar uma camada uniforme, e não entrar em contato com a água adicionada no fundo da caixa. Em cada “gerbox” foram adicionados 40 mL de água destilada, sendo utilizados para cada tratamento, quatro repetições de 100 sementes, conforme recomendações do IASF – Instruções para Análise de Sementes Florestais (BRASIL, 2013), e o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (10x5), sendo o primeiro fator as 10 matrizes e o segundo fator, os cinco diferentes períodos de envelhecimento acelerado (0 - testemunha, 24, 48, 72 e 96 h).

Posteriormente, os “gerbox” foram mantidos em câmara de germinação, sob temperatura de 40°C constante, por períodos de 0 (testemunha), 24, 48, 72 e 96 h. Decorridos estes períodos, as sementes envelhecidas (T_{24} , T_{48} , T_{72} e T_{96}) e sem envelhecimento (T_0) foram submetidas ao teste de germinação segundo as indicações das IASF (BRASIL, 2013).

A germinação foi avaliada aos 5 e aos 10 dias após a instalação do teste, considerando-se germinada aquelas que emitiram raiz primária maior que 2 mm. No final do teste foram analisadas as sementes mortas e duras.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no programa GENES (CRUZ, 2013).

3.2 ESTUDO 2 – REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS

As sementes de *M. scabrella* foram obtidas por meio do beneficiamento manual de frutos colhidos no mês de janeiro de 2016, no município de Curitibanos, Santa Catarina. As 10 matrizes estavam localizadas no Campus de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina (27°17'7” Sul, 50°32'3” Oeste) e foram priorizadas aquelas que apresentavam características desejáveis, tais como bom aspecto fitossanitário, fuste mais retilíneo e grande produção de sementes.

Para estimar o coeficiente de repetibilidade foram avaliadas 50 sementes de cada matriz, para determinar características como: PS (peso de sementes), DLS (diâmetro longitudinal da semente), DES (diâmetro equatorial da semente) e ES (espessura da semente).

O PS (g) foi determinado em balança analítica com 0,0001 g de precisão. Os DLS, DES e ES (mm) foram obtidos com o auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

A estimativa dos coeficientes de repetibilidade foi realizada por meio da análise de variância de fator único (ANOVA); componentes principais com base na matriz de correlações (CPC) e de covariâncias (CPCV); e análise estrutural (AE) com base na matriz de covariância.

No método de análise de variância o coeficiente de repetibilidade é estimado por meio de resultados da própria variância, que é calculada de acordo com a equação 1:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Em que: Y_{ij} : observação referente ao i -ésimo indivíduo na j -ésima medição; μ : média geral; g_i : efeito aleatório da i -ésima subamostra sob influência do ambiente permanente ($i = 1, 2, \dots, n$ indivíduos); a_j : efeito da j -ésima medição ($j = 1, 2, 3$); ε_{ij} : erro experimental associado à observação Y_{ij} .

O coeficiente de repetibilidade mede a maior ou menor capacidade das plantas de repetir a expressão fenotípica de uma determinada característica, e é obtido pela equação 2:

$$r = \frac{\sigma_g^2}{\sigma^2 + \sigma_g^2} \quad (2)$$

Em que: σ_g^2 = estimativa da variância entre genótipos e σ^2 = estimativa da variância do erro experimental.

O coeficiente de determinação, que representa a porcentagem de certeza na predição do valor real dos indivíduos selecionados com base em η medições é obtido pela equação 3:

$$R^2 = \frac{\eta r}{1 + r(\eta - 1)} \quad (3)$$

Após estimado o coeficiente de repetibilidade (r), foi realizada a estimativa do número de medições (η_0) necessárias para predizer o valor real dos indivíduos em diferentes porcentagens de determinação (80, 85, 90, 95 e 99%), obtido pela equação 4:

$$\eta_0 = \frac{R^2 (1\hat{r})}{(1 - R^2) \hat{r}} \quad (4)$$

A dissimilaridade genética foi avaliada para as 10 matrizes a fim de obter o agrupamento das mesmas por similaridade. O método de agrupamento utilizado foi o UPGMA (Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Average) obtendo-se o dendrograma pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2). A contribuição relativa de cada variável para a divergência foi avaliada pelo método de Singh (SINGH, 1981).

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software GENES (CRUZ, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTUDO 1 – ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

As sementes de *M. scabrella* apresentavam, após a coleta e beneficiamento, um peso médio de $16,0 \pm 3,19$ g para cada mil sementes, sendo que o teor de água médio foi de $5,43 \pm 0,67\%$ de umidade, conforme pode ser visualizado na tabela 1.

Tabela 1 – Teor de água (%) e peso de mil sementes (g) das sementes de *Mimosa scabrella* Benth., após o beneficiamento, de acordo com as matrizes.

Matriz	Teor de água (%)	Peso de mil sementes (g)
1	5,05	13,66
2	5,53	21,93
3	6,64	15,37
4	6,16	16,76
5	4,71	12,08
6	5,27	14,17
7	5,65	19,36
8	5,90	17,48
9	4,85	11,95
10	4,54	17,26
Média	5,43	16,00
Desvio Padrão	0,67	3,19
CV (%)	12,42	19,96

Fonte: A autora.

A análise de variância constatou que houveram diferenças significativas, para todas as características avaliadas, germinação, número de sementes mortas e número de sementes duras, nos diferentes tempos de envelhecimento acelerado. A comparação das médias, por matriz, pode ser visualizada na tabela 2.

Tabela 2 – Percentual de germinação e de sementes mortas, de *Mimosa scabrella* Benth. após o teste de envelhecimento acelerado, durante períodos de 0, 24, 48, 72 e 96 horas.

Matriz	Germinação (%)				
	T0 (0 h)	T1 (24 h)	T2 (48 h)	T3 (72 h)	T4 (96 h)
1	97,75 Aa	80,00 Ba	94,00 Aa	10,25 Cd	0,00 Ca
2	95,00 Aa	90,50 Aa	94,75 Aa	28,00 Bcd	0,50 Ca
3	91,00 Aa	91,25 Aa	81,50 Aa	32,75 Bc	0,25 Ca
4	98,00 Aa	98,00 Aa	95,00 Aa	81,75 Bab	0,00 Ca
5	98,50 Aa	96,75 Aa	95,25 Aa	65,25 Bb	1,50 Ca
6	97,75 Aa	98,75 Aa	95,00 Aa	90,75 Aa	5,50 Ba
7	99,00 Aa	98,50 Aa	94,75 Aa	79,25 Bab	1,75 Ca
8	94,75 Aa	96,00 Aa	91,00 Aa	64,50 Bb	1,50 Ca
9	92,25 Aa	88,50 Aa	82,75 Aa	20,00 Bcd	4,00 Ca
10	98,25 Aa	98,75 Aa	99,50 Aa	72,25 Bab	8,50 Ca
Matriz	Mortas (%)				
1	1,75 Ca	20,00 Ba	4,25 Ca	89,50 Aa	99,75 Aa
2	3,25 Ca	8,75 Ca	3,75 Ca	71,75 Bab	99,50 Aa
3	4,50 Ca	9,50 Ca	13,25 Ca	66,75 Bb	99,25 Aa
4	1,75 Ca	2,00 Ca	4,25 Ca	18,00 Bcd	100,00 Aa
5	1,00 Ca	2,75 Ca	3,50 Ca	34,75 Bc	98,25 Aa
6	1,25 Ba	1,00 Ba	2,75 Ba	9,00 Bd	93,25 Aa
7	1,00 Ca	1,50 Ca	4,50 Ca	20,50 Bcd	98,25 Aa
8	5,25 Ca	3,25 Ca	7,75 Ca	35,00 Bc	98,50 Aa
9	4,75 Ca	6,25 Ca	14,50 Ca	76,50 Bab	90,75 Aa
10	1,25 Ca	1,00 Ca	0,25 Ca	27,75 Bcd	91,50 Aa

* Médias, para cada variável distinta, seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas, e minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: A autora.

Nos primeiros tratamentos, T₂₄ e T₄₈, considerados mais amenos, ou seja, com tempos de exposição menores, não foi possível constatar diferenças estatísticas de germinação quando comparados ao tratamento testemunha (T₀), sem envelhecimento. Assim, pode-se observar que tempos inferiores a 72 h não são eficientes para diferenciação do vigor de sementes de *M. scabrella*, sob temperatura de 40°C.

Após 72 h de exposição, foi possível verificar a queda no potencial germinativo para a maioria das matrizes, sem, entretanto, observar a inibição completa da germinação das sementes, o que ocorreu após 96 h de exposição (T₉₆), para algumas matrizes. Resultados semelhantes foram encontrados por Flávio e Paula (2010), em estudo com *Dictyoloma vandellianum* (tingui-preto), em que o período de 72 h de envelhecimento, associado a temperaturas de 45°C, foi adequado para a condução do teste. Entretanto, Borges et al. (1990)

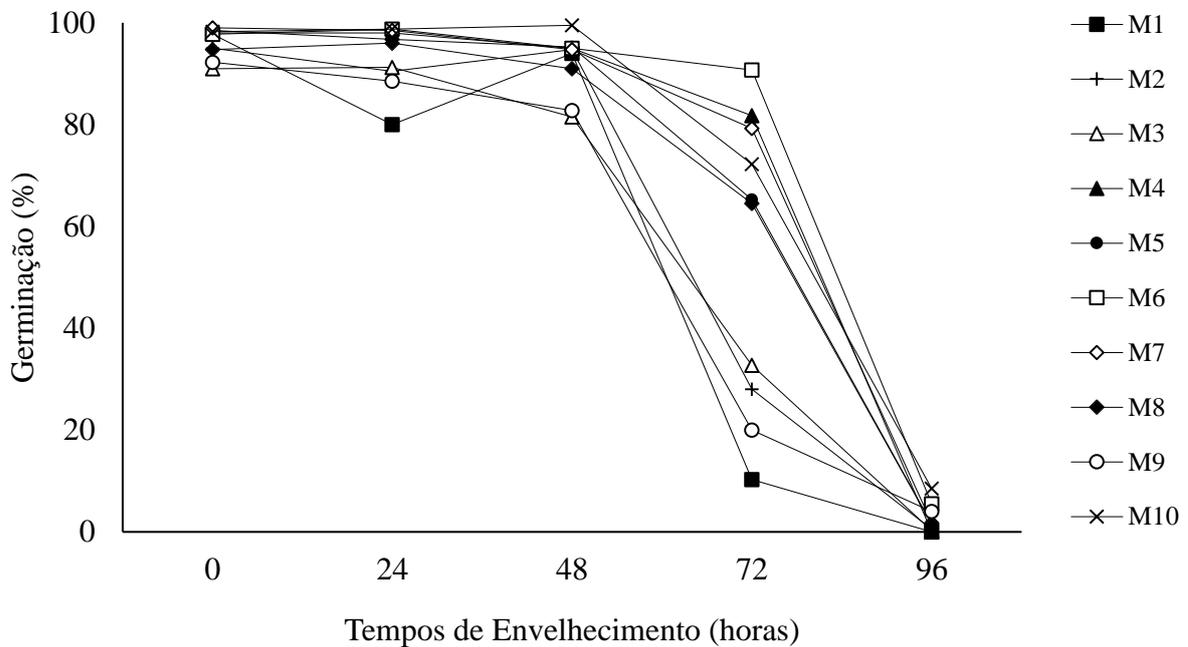
não encontraram diferenças no poder germinativo de *Cedrella fissilis* (cedro) durante a condução do teste a 40°C por 96 horas. Essa constatação ressalta a afirmação de Marcos Filho (1999) de que temperaturas maiores são responsáveis por maiores danos às sementes do que o aumento do período de exposição ao envelhecimento a temperaturas mais baixas. O mesmo pode ser constatado por Gonçalves (2003), que recomendou, como metodologia para o teste de envelhecimento acelerado, para *Guazuma ulmifolia* (mutamba), temperatura de 41°C por 120 h, ou 45°C por 96 h, onde houve a diminuição do tempo necessário em decorrência do aumento da temperatura.

Tais informações confirmam o encontrado por Ramos et al. (1992), que, em seus estudos com sementes de *M. scabrella*, constataram que a aplicação do teste a 42°C por 72 horas era suficiente para determinar o vigor de lotes de sementes, enquanto tempos maiores, como 144 horas, causaram a morte das sementes. Esses dados sugerem que, para estudos posteriores, temperaturas mais altas poderiam diminuir ainda mais o tempo de aplicação do teste, aumentando sua praticidade e reduzindo custos.

Com relação à comparação entre matrizes, a matriz 6 não apresentou diferença estatística entre T₀, T₂₄, T₄₈ e T₇₂, o que indica que a mesma apresenta vigor superior às demais, uma vez que é necessário estender o tempo de exposição à altas temperatura e umidade para reduzir seu potencial germinativo. Entretanto, sua germinação não a diferencia de outras matrizes, durante o período de tratamento de 72 horas de envelhecimento acelerado, tendo em vista que as matrizes 4, 7 e 10, são estatisticamente iguais à matriz 6 em relação à germinação. Assim, pode-se estimar que tais matrizes apresentam maior qualidade fisiológica que as demais, mesmo tendo apresentado redução da germinação de T₄₈ para T₇₂.

Pode-se verificar que há grande amplitude de percentual de germinação, entre as matrizes, após o período de exposição de 72 horas de envelhecimento acelerado, devido à alta variação de médias, que vão desde 90,75% para a matriz 6, até 10,25% para a matriz 1. Assim, pode-se considerar que 72 horas de envelhecimento são suficientes para diferenciação da qualidade das sementes das matrizes, a 40°C. Como pode ser visualizado na figura 3, em que pode-se observar a tendência na queda da germinação de 48 para 72 horas e a maior amplitude de percentual de germinação às 72 h. Além disso, o gráfico permite a separação das matrizes em dois grupos, o das matrizes 4, 5, 6, 7, 8 e 10, que apresentaram maior vigor, e o das matrizes 1, 2, 3 e 9, de vigor mais baixo.

Figura 3 – Percentual de germinação das sementes, para cada matriz, após a aplicação do teste, de acordo com o tempo de envelhecimento acelerado.



Fonte: A autora.

A utilização do teste de envelhecimento na diferenciação de matrizes e lotes também foi utilizada por outros autores em estudos com espécies da família Fabaceae. Moraes (2007), indica a aplicação do teste a 42°C por 72 horas para diferenciar lotes de *Poecilanthe parviflora* (canela-do-brejo) e Guareschi et al. (2015), indicam, para a espécie *Brauhinia forficata* (pata-de-vaca), temperatura de 41°C por 72 horas, como metodologia para diferenciação de lotes da espécie.

Quando comparados os resultados de germinação com o percentual de sementes mortas (tabela 2), pode-se verificar que estes são complementares, confirmando que quando há queda na germinação, esta ocorre devido à deterioração, que acaba causando a morte das sementes.

Vale relembrar que outros fatores podem influenciar o teste, como o teor de água das sementes. Conforme a tabela 1, podemos observar um coeficiente de variação (CV) de 12% para o teor de água das amostras. Esse percentual foi superior ao recomendado por Marcos Filho (2005), que afirma que uma variação inferior a 2% é importante, pois garante a uniformização das sementes, e conseqüentemente, a padronização do teste, permitindo aumentar sua confiabilidade. Tal variação pode intervir no teste, pois, dentro de certos limites, as sementes mais úmidas tendem a ser mais afetadas pelas condições de execução do teste.

Entretanto, como trata-se de uma espécie nativa, não domesticada, este comportamento difere daquele estudado por Marcos Filho (2005), cujas análises se deram exclusivamente com espécies agrícolas melhoradas. Assim, considerando-se os estudos de Wielewicki et al. (2006) sobre espécies nativas, pode-se considerar que, para sementes de *M. scabrella*, teores de água abaixo de 13,5% são considerados aceitáveis para fins de análise de qualidade de sementes.

Assim, quando se compara a germinação com o teor de água das sementes, este parece não ter influenciado negativamente o teste, uma vez que, embora sementes mais úmidas, como as da matriz 3 (TA = 6,6%) tenham apresentado queda na germinação (G = 32,7%) durante T₇₂, outras, como a matriz 4 (TA = 6,2%) apresentaram alta germinação (G = 81,7%) durante T₇₂.

4.2 ESTUDO 2 – REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA DE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS

4.2.1 Repetibilidade

De acordo com a análise de variância, para todas as características verificaram-se diferenças significativas entre as matrizes avaliadas, o que, de acordo com Santos et al. (2010), demonstra que o componente de variância genético confundido com os efeitos permanentes do ambiente é significativo nessa população.

As médias das características foram de 0,0162 g para peso, 5,14 mm para DLS, 3,75 mm para DES e 1,31 mm para ES, valores semelhantes aos encontrados por Ballei (2017), em estudos sobre as características morfométricas de sementes de *M. scabrella*.

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) obtidos com relação às quatro características por meio dos quatro métodos estatísticos utilizados encontram-se na tabela 3.

Considerando-se a classificação de Resende (2015), as características que apresentaram alta repetibilidade ($0,6 \geq r$), foram peso e o diâmetro longitudinal, para todos os métodos avaliados (Tabela 3). Com variação de $0,66 \geq r \geq 0,61$, para ambas as características (PS e DLS), pode-se inferir que há estabilidade de tais características e significativa regularidade na expressão dos caracteres de uma avaliação para outra. Desta forma, é possível prever seu real valor com elevado nível de precisão, pois o coeficiente de determinação sempre foi superior a 98%.

Tabela 3 – Estimativa dos coeficientes de repetibilidade (r) e dos coeficientes de determinação (R²) utilizando os métodos de análise de variância (ANOVA), dos componentes principais baseado na matriz de correlação (CPC) e de covariância (CPCV), e análise estrutural baseado na matriz de covariância (AE).

Característica	Coefficiente	Anova	CPCV	CPC	AE
PS	r	0,61	0,66	0,63	0,61
	R ²	98,75	98,97	98,83	98,76
DES	r	0,46	0,52	0,5	0,45
	R ²	97,67	98,21	98,05	97,67
DLS	r	0,61	0,66	0,64	0,61
	R ²	98,77	98,99	98,91	98,77
ES	r	0,51	0,56	0,55	0,51
	R ²	98,16	98,48	98,44	98,16

Legenda: PS: peso de sementes, DES: diâmetro equatorial de sementes; DLS: diâmetro longitudinal de sementes; ES: espessura de sementes.

Fonte: A autora.

As demais características avaliadas, DES e ES, obtiveram repetibilidade intermediária, com valores de $0,52 \geq r \geq 0,45$ e $0,56 \geq r \geq 0,51$, respectivamente. Tais valores evidenciam a influência ambiental sofrida por tais características, com alto coeficiente de determinação, acima de 97%. Uma vez que houve concordância nas magnitudes dos coeficientes de repetibilidade de cada característica pelos diferentes métodos, pode-se pressupor sua alta confiabilidade.

Os resultados para os diferentes métodos seguem o padrão dos resultados observados por Lopes et al. (2001) ao analisarem frutos de acerola (*Malpighia emarginata*), no qual as estimativas do coeficiente de repetibilidade obtidas pelo método da análise de variância (ANOVA) foram sempre inferiores ou iguais às estimativas obtidas pelos demais métodos. De acordo com Costa (2003), os valores inferiores obtidos pelo método da ANOVA, são decorrentes da variância genotípica, utilizada para estimar a repetibilidade, pois esta pode não ser completamente de origem genética, uma vez que o componente de variância do ambiente entre indivíduos permanece confundido com a variância genotípica, enquanto o método de componentes principais permite isolar o efeito da alternância.

Por meio da tabela 3, é possível observar que o melhor método para obtenção das estimativas do coeficiente de repetibilidade é o dos componentes principais da matriz de covariância (CPCV), em decorrência de este levar em consideração o comportamento cíclico dos caracteres (ABEYWARDENA, 1972).

O método CPCV obteve maiores coeficientes de repetibilidade em vários estudos, como, por exemplo, por Nascimento Filho et al. (2009) analisando a produção de sementes secas por planta de clones de guaraná (*Paullinia cupana*), por Danner et al. (2010) analisando frutos de araçazeiro (*Psidium cattleianum*) e pitangueira (*Eugenia uniflora*), por Santos et al. (2010) analisando características físicas dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis*), e por Jungbluth (2015), analisando frutos e sementes de butiá (*Butia eriospatha*).

Todos os métodos de análise do coeficiente de repetibilidade permitem determinar um número mínimo de medições necessárias por indivíduo, para predizer seu real valor, sendo que tais valores são levados em consideração no processo de melhoramento, por meio da observação de quais características apresentam maiores contribuições (OLIVEIRA; MOURA, 2008).

O número de medições necessárias para se garantir diferentes coeficientes de determinação, para os diferentes métodos pode ser visualizado na tabela 4. Segundo Cruz, Reggazi e Carneiro (2012), o número mínimo de medições necessárias é inversamente proporcional ao coeficiente de repetibilidade, ou seja, quanto maior a estimativa do coeficiente, menor o número de medições necessárias, o que justifica os números mínimos de medições necessárias encontrados para CPCV serem iguais ou inferiores aos demais métodos para todas as características em todos os graus de determinação.

Como ressaltado por Farias Neto (2003), a tomada de decisão sobre a superioridade dos indivíduos deve ser realizada com base em um coeficiente de determinação acima de 90% para ser considerada satisfatória. Assim, quando considerado o método de CPCV, o número mínimo de medições para alcançar 90% de determinação é de 5 sementes para peso (PS) e diâmetro longitudinal (DLS), 7 sementes para espessura (ES) e 9 sementes para diâmetro equatorial (DES). Quando se aumenta a determinação para 95% esses valores sobem para 10 sementes para PS e DLS, 15 sementes para ES e 18 sementes para DES.

Concomitantemente, é possível observar que, de forma geral, o aumento da determinação de 95% para 99% gera um elevado acréscimo no número de medições necessárias, indicando grande dispêndio de recursos para aumento da precisão da estimativa em apenas 4%, enfatizando a afirmação de Martuscello et al. (2007), de que, para altos valores de repetibilidade, há baixo ganho em acurácia quando se aumenta o número de medições repetidas.

Tabela 4 – Número de medições necessárias para obtenção de diferentes coeficientes de determinação para as características peso de semente (PS), diâmetro equatorial e longitudinal de semente (DES e DLS, respectivamente) e espessura de semente, para cada um dos métodos testados.

Caract.	Método	Coeficiente de determinação (%)				
		80	85	90	95	99
PS	ANOVA	2,5 (3)	3,5 (4)	5,6 (6)	11,9 (12)	62,2 (63)
	CPCV	2,1 (3)	2,9 (3)	4,7 (5)	9,9 (10)	51,6 (52)
	CPC	2,3 (3)	3,3 (4)	5,3 (6)	11,2 (12)	58,4 (59)
	AE	2,5 (3)	3,5 (4)	5,6 (6)	11,8 (12)	61,7 (62)
DES	ANOVA	4,7 (5)	6,7 (7)	10,7 (11)	22,6 (23)	117,7 (118)
	CPCV	3,6 (4)	5,2 (6)	8,2 (9)	17,3 (18)	90,3 (91)
	CPC	2,9 (3)	5,6 (6)	8,9 (9)	18,8 (19)	98,2 (99)
	AE	4,4 (5)	6,3 (7)	10,1 (11)	21,3 (22)	110,9 (111)
DLS	ANOVA	2,4 (3)	3,5 (4)	5,5 (6)	11,7 (12)	61,3 (62)
	CPCV	2,0 (2)	2,8 (3)	4,5 (5)	9,2 (10)	54,3 (55)
	CPC	2,1 (3)	3,1 (4)	4,9 (5)	10,4 (11)	54,1 (55)
	AE	2,3 (3)	3,2 (4)	5,1 (6)	10,9 (11)	56,7 (57)
ES	ANOVA	3,7 (4)	5,3 (6)	8,4 (9)	17,8 (18)	92,8 (93)
	CPCV	3,1 (4)	4,3 (5)	6,9 (7)	14,6 (15)	76,3 (77)
	CPC	3,1 (4)	4,4 (5)	7,1 (8)	15,0 (15)	78,4 (79)
	AE	3,4 (4)	4,9 (5)	7,8 (8)	16,6 (17)	86,5 (87)

* Valores em parênteses indicam valores arredondados de número de sementes.

Legenda: ANOVA: Análise de variância; CPC: componentes principais baseados na matriz de correlação, CPCV: componentes principais baseados na matriz de covariância (CPCV); AE: análise estrutural baseada na matriz de covariância.

Dessa forma, pode-se afirmar que um R^2 de 95% é suficiente para garantir, além do mínimo dispêndio de recursos e mão de obra para a realização da caracterização, a confiabilidade mínima esperada dos dados.

Alguns autores sugerem que a utilização de análises biométricas fornece um indicativo da qualidade fisiológica das sementes, uma vez que sementes maiores possuem maior quantidade de reservas, e, portanto, maiores chances de sobrevivência e formação de plântulas normais em condições de campo (POPINIGIS, 1985; HAIG; WESTOBY, 1991)

Assim sendo, com base na biometria, a utilização de sementes maiores, ou seja, com elevada quantidade de reservas e melhor qualidade fisiológica, é capaz de gerar mudas de melhor qualidade, e, conseqüentemente, garantir a qualidade das áreas florestais plantadas.

Diante disso, no presente trabalho, considerando as características PS e DLS, a medição de 10 sementes, são suficientes para garantir 95% de determinação, já para as características ES e DES, 15 e 18 medições, respectivamente, demonstrando que a medição de 50 sementes, como no presente trabalho, é desnecessária.

Vale ressaltar, entretanto, que as medidas de repetibilidade representam o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir, sendo que tal diferença se deve ao fato de que a variância genotípica utilizada para estimar a repetibilidade não é somente de origem genética. Assim, a medida que a variância proporcionada pelos efeitos permanentes do ambiente é minimizada, por exemplo, pelo aumento de medições em anos consecutivos, a repetibilidade se aproxima da herdabilidade das características (PIRES et al, 2011).

4.2.2 Dissimilaridade genética

De acordo com Roveri Neto (2014), o conhecimento da importância relativa que os caracteres desempenham na divergência é de suma importância, assim, com base na metodologia proposta por Singh (1981), a respeito da contribuição relativa dos caracteres para diversidade, pode-se observar na tabela 5 que as características de diâmetro, tanto longitudinal (DLS), quanto equatorial (DES) são as que apresentam maior contribuição, dentre as características avaliadas, sendo responsáveis por 62,6 e 31,4%, respectivamente, de toda a variação para a diversidade.

Tabela 5 – Contribuição relativa das características morfológicas em sementes de *Mimosa scabrella*.

Característica	Contribuição Relativa (%)
PS	0,0033
DLS	62,5651
DES	31,4584
ES	5,9732

Legenda: PS = Peso de sementes; DLS = diâmetro longitudinal de sementes; DES = diâmetro equatorial de sementes e ES = Espessura de sementes.

Fonte: A autora.

Menegatti (2015), também avaliando a dissimilaridade para sementes de *M. scabrella*, constatou que características como comprimento, largura e espessura apresentavam baixa contribuição para a variação total. Assim, em tal trabalho, outras características relacionadas ao teste de germinação, como índice de velocidade de germinação e percentual de germinação, foram mais importantes para explicar as variações existentes entre as diferentes procedências, entretanto, neste trabalho características fisiológicas não foram avaliadas, não sendo possível uma comparação direta.

Em outros trabalhos, é possível observar que as características relativas ao processo germinativo e de qualidade fisiológica das sementes apresentam melhor distribuição da

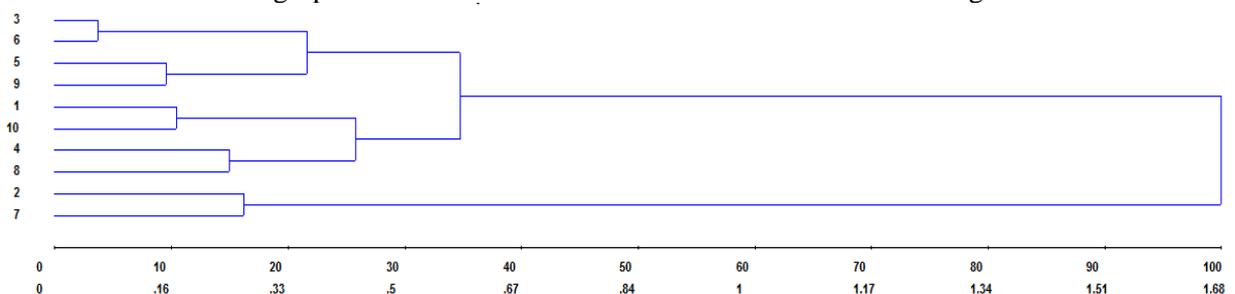
contribuição, nenhuma sendo responsável por mais do que 20% do total de importância, como por exemplo em sementes de bracatinga (*M. scabrella*) (MENEGATTI, 2015) e de paineira rosa (*C. speciosa*) (ROVERI NETO, 2014).

Flôres Júnior (2015), em estudo com sementes de acácia, também observou que a característica peso de sementes foi a que menos contribuiu para as análises de diversidade, entretanto, a retirada de tais características com baixas contribuições pode ocasionar em alteração do agrupamento inicial, não sendo recomendadas, principalmente quando não foram realizadas várias repetições, em diferentes anos. Diante disso, deve-se manter as características com baixa contribuição, como o PS, para fins de seleção em futuros programas de melhoramento. Ainda, sugere-se que a baixa contribuição para a dissimilaridade genética da característica PS, pode estar relacionada com o fato de que esta característica dependa da existência de dominância de alelos (FALCONER; MACKAY, 1996).

De acordo com Pedron et al. (2004), a distinção das sementes por peso e tamanho pode ser uma maneira eficiente de melhorar a qualidade dos lotes de sementes em relação à uniformidade de emergência e vigor. Uma vez que tais características variam, dentro de uma mesma espécie devido a influências de fatores ambientais e genéticos, tal variação possibilita a seleção com vistas à melhoria de um dado caráter.

As análises das características biométricas das sementes permitiram a diferenciação das 10 matrizes entre si, bem como seu agrupamento de acordo com a similaridade, como pode ser observado no dendrograma da figura 4. As plantas deste estudo se dividem em dois grupos, sendo um representado pelas matrizes 3, 6, 5, 9, 1, 10, 4, e 8, e o outro pelas matrizes 2 e 7.

Figura 4 – Dendrograma da distância genética de Mahalanobis para as 10 matrizes de *Mimosa scabrella* Benth. com agrupamento UPGMA com base nas características morfológicas.



Fonte: A autora.

As matrizes 3 e 6, bem como as matrizes 5 e 9, foram as que apresentaram maior similaridade entre si. De forma geral, pode-se observar que a distância entre as matrizes foi

inferior a 20%, isso se deve ao fato de essas matrizes pertencerem à mesma população, sugerindo que as mesmas são aparentadas, o mesmo pode ser observado por estudos envolvendo frutos de butiá (*B. eriospatha*) (JUNGBLUTH, 2015) e por alguns grupos de um estudo envolvendo frutos e sementes de paineira rosa (*C. speciosa*) (ROVERI NETO, 2014).

De acordo com Vieira et al. (2006), a obtenção de estimativas de distância genética que realmente forneçam subsídios para a identificação de genitores geneticamente divergentes é de fundamental importância pois fornecem suporte ao pesquisador na escolha das combinações mais promissoras, ou seja, que possam garantir a obtenção de populações segregantes com ampla variabilidade genética para os caracteres de interesse. Assim, as matrizes 3 e 7 são as mais divergentes e devem compor programas de intercruzamento para obtenção de genótipos superiores.

Entretanto, segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2012), deve-se evitar cruzamentos em famílias de grupos similares, para evitar que a variabilidade seja limitada pois ela é fundamental em um programa de melhoramento e conservação genética.

Embora o método UPGMA favoreça a separação de indivíduos, como ressaltado por Silva (2012), nesse estudo não foi verificada a presença de indivíduos de outras populações, o que é indicado pela ausência de grupos individualizados (Figura 4).

5 CONCLUSÃO

O teste de envelhecimento acelerado conduzido por período de 72 horas, sob temperatura de 40°C, foi adequado para distinguir o vigor de sementes das 10 matrizes de *M. scabrella* (bracatinga), sendo então, indicada esta metodologia.

Os coeficientes de repetibilidade para as características de sementes, PS e DLS, apresentaram alta magnitude, e para as características DES e ES, foram medianos. Para compreensão das características estudadas, considerando-se um coeficiente de determinação de 95%, faz-se necessária a medição de 18 sementes.

Com base nas características biométricas avaliadas, indica-se o cruzamento entre as matrizes 3 e 7 por apresentarem maior dissimilaridade genética. Ainda, com base na distância de Mahalanobis foi possível formar dois grupos, demonstrando uma variabilidade restrita da população estudada.

REFERÊNCIAS

- ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. **Journal of genetics**, v.61, p.27-51, 1972.
- ALBUQUERQUE, A.S. et al. Repeatability and correlations among peach physical traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, p.441-445, 2004
- BARAZETTI, V. M., SCCOTI, M. S. V. Quebra de dormência e tipos de substrato para avaliação da qualidade fisiológica de um lote de sementes de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 69-76, 2010.
- BELLEI, A. F. **Morfometria de frutos e sementes, desenvolvimento pós-seminal e intensidade de dormência em sementes de *Mimosa scabrella* Benth de diferentes procedências**. 2017. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- BERTAN, I. et al. Dissimilaridade genética entre fenótipos de trigo avaliados em cultivo hidropônico sob estresse por alumínio. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 55-63, 2006.
- BEZERRA NETO, F. V., LEAL, N. R., GONÇALVES, L. S. A., RÊGO FILHO, L. M., AMARAL JÚNIOR, A. T. Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 294-299, abr-jun, 2010.
- BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998. 453 p.
- BORGES, E. E. L., CASTRO, J. L. D., BORGES, R. C. G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 56-62, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA /DNDV /CLAV, 2009. 365 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais**. Brasília: MAPA, 2013. 98 p.
- CARDOSO, A. I. I. Número mínimo de colheitas em pepino híbrido estimado por meio do coeficiente de repetibilidade. **Bragantia**: Campinas, v.65, n. 4, p.591-595, 2006.
- CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) na região metropolitana de Curitiba – PR**. 1997. 187 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.
- CARPANEZZI, A. A. et al. **EMBRAPA - Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. Colombo, jun. 1988.
- CARVALHO, N. M., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

- CARVALHO, P. E. R. **Bracatinga**. Circular técnica n. 59, Embrapa, nov. 2002.
- CHAPMAN, A. B. **General and quantitative genetics**. Amsterdam: Elsevier, 1985. 408p.
- COPELAND, L. O., McDONALD, M. B. **Principals of seed science and technology**, Kluwer Massachusets: Academic Publishers, 4 ed. P. 165-192, 2001.
- CORTE, V. B., et al. Alterations in the lipid and soluble sugar content of *Melanoxylon brauna* seeds during natural and accelerated ageing, **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 152-162, 2010.
- COSTA, J. G. Estimativas de repetibilidade de alguns caracteres de produção em mangueira. **Ciência Rural**, v. 33, p. 263-266, 2003.
- CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, n.3, p. 271-276. 2013.
- CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J., CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4 ed. v.1. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.
- 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**, Santa Maria, online, 2010.
- DUARTE, A. P. Contribuição ao conhecimento da germinação de algumas essências florestais. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 45, p. 439-446, 1978.
- FALCONER, D. S, MACKKEY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. New York: Longman, 1996. 438p
- FARIAS NETO, J. T., LINS, P. M. P., MULLER, A. A. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade para produção de fruto e albúmen sólido em coqueiro híbrido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p.1237-1241, 2003.
- FENNER, M. **Seed ecology**. London: Champman & Hall, 1993.
- FLÁVIO, J. J. P., PAULA, R. C. de. Testes de envelhecimento acelerado e de contutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis**: Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 391-399, set. 2010.
- FLÔRES JÚNIOR, P. C. **Caracterização morfológica e análise de divergência genética entre clones de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wilderman)**. 2015. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2015.
- FREIRE, J. M. **Variabilidade genética, morfométrica e germinativa em populações de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais – Conservação da Natureza), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Soropédica, 2005.
- GARCIA, L. C., NOGUEIRA, A. C., ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**: Santa Maria, v. 14, n. 1, p 85-90. 2004.

GONÇALVES, E. P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor.** 2003. 64 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GONÇALVES, E. P., PAULA, R. C., DESMATLÊ, M. E. S. P. Testes de vigor em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 265-276, abr/jun. 2008.

GUARESCHI, D. G., LANZARINI, A. C., LAZAROTTO, M., MACIEL, C. G., BARBIERI, G. Envelhecimento acelerado de sementes e qualidade de plântulas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos e tamanho de tubetes. **Revista Agro@mbiente On-line**: v. 9, n. 1, p. 65-71, jan./mar., 2015.

GUEDES, R. S., ALVES, E. U., GONÇALVES, E. P., VIANA, J. S., BRUNO, R. L. A., COLARES, P. N. Q. Resposta fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. ao envelhecimento acelerado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 323-330, 2009.

GUEDES, R. S., ALVES, E. U., OLIVEIRA, L. S. B., ANDRADE, L. A. de, GONÇALVES, E. P., MELO, P. A. R. F. de. Envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. AII. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 443-450, abr/jun. 2011.

HAIG, D., WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**. London, v. 5, p. 231-247, 1991.

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

JUNGBLUTH, F. **Repetibilidade e dissimilaridade genética em características biométricas de frutos e sementes de *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) BECC.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2015.

LEWIS, G. P., SCHRIRE, B., MACKINDER, B., LOCK, M. **Legumes of the world**. Royal Botanic Gardens, Kew, 2005. 577 p.

LOPES, R., BRUCKNER, C. H., CRUZ, C. D., LOPES, M. T. G. L., FREITAS, G. B. Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 507-513, mar. 2001.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 384 p.

LUSH, J. L. **Melhoramento dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Cedegra, 1964. 570p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba, FEALQ, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C. et al. **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

- MARQUES, M. A., PAULA, R. C., RODRIGUES, T. J. D. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (VELL.) Fr.All. ex Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 271-278, 2002.
- MARTUSCELLO, J. A., JANK, L., FONSECA, D. M., CRUZ, C. D., CUNHA, D. N. F. V. Repetibilidade de caracteres agronômicos em *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1975-1981, 2007.
- 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. 08-17. 2007.
- MATIAS, R. G. P. **Repetibilidade de caracteres de fruto, estabilidade fenotípica e divergência genética em pessegueiro**. 2014. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, 2014.
- MENEGATTI, R. D. **Caracterização genética em sementes e mudas de diferentes procedências e progênies de *Mimosa scabrella* Benth. do estado de Santa Catarina**. 2015. 116 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages, 2015.
- MIRANDA, D. M., NOVENBRE, A. D. L. C., CHAMMA, H. M. C. P. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 226-231, 2001.
- MORAES, C. E., LOPES, J. C., FARIAS, C. C. M., MACIEL, K, S. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC em função do teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 213-223, jan-mar., 2016.
- MORAES, J. V. **Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae – Faboideae)**. 2007. 88 p. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- MOURA, W. M., CASALI, V. W. D., CRUZ, C. D., et al. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação a eficiência nutricional de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 150-158, 1998.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F, C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2. p. 1-24.
- NASCIMENTO FILHO, F. J., ATROCH, A. L., CRUZ, C. D., CARNEIRO, P. C. S. Repetibilidade da produção de sementes em clones de guaraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 5, p. 605-612, jun. 2009.
- OLIVEIRA, M.S. P; MOURA, E.F. Estimativas de repetibilidade para caracteres de cacho de Bacaby (*Oenocarpus Mapora*). In: XX Congresso Brasileiro De Fruticultura, 20. 2008, Vitória. **Anais...** . Vitória: Embrapa, 2008. p. 1 - 5.

- OLIVEIRA, M.S.P., FERNANDES, G.L.C. Repetibilidade de caracteres do cacho de açazeiro nas condições de Belém-PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p. 613-616, 2001.
- PAGEL, F. E. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Caderno didático nº2, 1 ed. Santa Rosa, 2004. 22 p.
- PEDRON, E A., MENEZES, J. P., MENEZES, N. L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 585-586, 2004.
- PINÃ-RODRIGUES, F. C. M., FIGLIOLA, M. B., PEIXOTO, M. C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. 1ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- PIRES, I. E, RESENDE, M. D. V., SILVA, R. L., RESENDE JÚNIOR, M. F. R. **Genética Florestal**. 1 ed. Viçosa: Editora Arka, 2011. 318 p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- POWELL, A. A. The controlled deterioration test, In: van der VENTER, A. H. (Ed.) **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: ISTA, 1995.
- PUIATTI, G. A., et al. Comparação dos métodos de agrupamento de Tocher e UPGMA no estudo de divergência genética em acessos de alho. **Revista de Estatística**, p. 275 – 279, 2014.
- RAMOS, A., BIANCHETTI, A., MARTINS, E. G. Viabilidade de lotes de sementes de bracatinga-comum (*Mimosa scabrella* Benth.) e de bracatinga-argentina (*Mimosa scabrella* variedade *aspericarpa*) após o teste de envelhecimento precoce. **Embrapa Florestas: Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 24/25, p. 79-82, jan/dez. 1992.
- RESENDE, M.D.V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- RESENDE, M.D.V. **Genética quantitativa e de populações**. Viçosa, MG: Suprema. 2015. 463p.
- ROSA, F. C., REINIGER, L. R. S., GOLLE, D. P., MUNIZ, M. F. B., CURTI, A. R. Superação da dormência e germinação *in vitro* de sementes de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham). **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, c. 33, n. 3, p. 1021-1026, 2012.
- ROVERI NETO, A. **Divergência genética entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil. para características de frutos e sementes**. 2014. 79 p. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de plantas), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – Unesp. Jaboticabal, 2014.
- ROVERI NETO, A., PAULA, R. C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 318-327, abr-jun, 2017.

SANTOS, C. E. M., BRUCKNER, C. H., CRUZ, C. D., SIQUEIRA, D. L., PIMENTEL, L. D., ROSADO, L. D. S. Repetibilidade em características do fruto de maracujazeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 343-350, mai-jun, 2010.

SANTOS, S. R. G., PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação de vigor em lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p 1-12, jun, 2007.

SIG/SC – Sistemas de informações geográficas de Santa Catarina. **Aerolevanteamento de 2010**. Disponível em: <http://sigsc.sds.sc.gov.br/>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

SILVA, A. R. **Métodos de agrupamento: avaliação e aplicação ao estudo de divergência genética em acessos de alho**. 2012. 83 p. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria), Viçosa, 2012.

SILVA, K. B., ALVES, E. U., OLIVEIRA, A. N. P., RODRIGUES, P. A. F., SOUZA, N. A., AGUIAR, V. A. Viabilidade da germinação de caracteres de frutos e sementes entre matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn. **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 7, n. 3, p. 281-300, 2014.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of genetic and plant breeding**. v. 11, p. 237-245, 1981.

STEENBOCK, W., PASCHOAL FILHO, T. J., SIMINSKI, A. REIS, M. S. *Mimosa scabrella*: Bracatinga. In: CORADIN, L., SIMINSKI, A., REIS, A. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro**: Brasília: MMA, 2011.

STURION, J. A. **Influência da procedência e do tamanho de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. na sobrevivência e crescimento de mudas no viveiro e após o plantio**. 1984. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

TEKRONY, D. M. Na avaluation of the accelerated aging test for soybeans. **Association of Official Seef Analysts Newsletter**, v. 59, p. 85-96, 1985.

TURNBULL, J. W. Seed extraction and cleaning. In: Reporto n the FAO/DANIDA training course on forest seed collection and handling. Chiang mai. **Proceedings Rome**: FAO, 1975. p. 135-151.

TURNER, H. N., YOUNG, S.S.Y. **Quantitative genetics in sheep breeding**. New York: Cornell University, 1969. 332 p.

VIEIRA, E. A., CARVALHO, F. I. F., SILVA, M. S., FIALHO, J. F. Repetibilidade de caracteres fenotípicos e distâncias genéticas em aveia em experimentos com e sem fungicida. **EMBRAPA: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 166, mai, 2006. Disponível em: <http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2006/bolpd/bolpd_166.pdf> Acesso em: 18 nov. 2017.

VIEIRA, R. D., KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Brasília: ABRATES, 1999. Cap. 4. p. 1-26.

WIELEWICKI, A. P., LEONHARDT, C., SCHLINDWEIN, G., MEDEIROS, A. C. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.