

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL – DCFL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

MARCOS ANTÔNIO DIAS DA SILVA

**SELEÇÃO GENÉTICA EM MUDAS DE *Schinus terebinthifolia* Raddi SUBMETIDAS
A CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

RECIFE - PE

2023

MARCOS ANTÔNIO DIAS DA SILVA

**SELEÇÃO GENÉTICA EM MUDAS DE *Schinus terebinthifolia* Raddi SUBMETIDAS
A CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Florestal da
Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte
das exigências para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gallo

RECIFE - PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586s Silva, Marcos Antônio Dias da
Seleção genética em mudas de *Schinus terebinthifolia* Raddi submetidas a condições ambientais / Marcos Antônio Dias da Silva. - 2023.
46 f. : il.
- Orientador: Ricardo Gallo.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Florestal, Recife, 2023.
1. Teste de progênies. 2. Seleção genotípica. 3. Produtos não madeireiros. 4. Pimenta-rosa. I. Gallo, Ricardo, orient.
II. Título

CDD 634.9

MARCOS ANTÔNIO DIAS DA SILVA

**SELEÇÃO GENÉTICA EM MUDAS DE *Schinus terebinthifolia* Raddi SUBMETIDAS
A CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

Aprovado em: 30 de agosto de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Richeliel Albert Rodrigues Silva
Departamento de Ciência Florestal/UFRPE

MSc. Paulo César da Silva Santos
Departamento de Ciência Florestal/UFRPE

Prof. Dr. Ricardo Gallo
Departamento de Ciência Florestal/UFRPE

RECIFE - PE

2023

Aos meus pais,

Por todo o incentivo, compreensão e força em toda a minha vida. E principalmente nos momentos que pensei esmorecer, sempre estiveram ao meu lado.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, desejo expressar minha profunda gratidão a Deus. Em todos os momentos de triunfo e dificuldade ao longo desta jornada, senti Sua orientação e inspiração. A fé inabalável que deposito em Sua graça foi a força motriz por trás de cada passo que dei na realização deste ciclo.

A meus amados pais, que sempre estiveram ao meu lado, minha dívida é incalculável. Seu amor incondicional, força, apoio e sacrifícios moldaram não apenas minha educação, mas também os valores que guiam a minha vida. Suas palavras de encorajamento e presença constante foram meu farol nos momentos mais desafiadores.

Ao meu saudoso orientador, Ricardo Gallo, dedico um agradecimento especial. Sua paciência inabalável, expertise, dedicação e orientação moldaram integralmente minha vida acadêmica e profissional a quem sou inteiramente grato por confiar em mim e nunca desistir do meu sonho. Suas sugestões perspicazes, discussões esclarecedoras e conselhos foram cruciais para a minha vida. Sinto-me verdadeiramente privilegiado por ter a oportunidade de lhe ter como orientador e amigo.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco em especial a todos que fazem o Departamento de Ciência Florestal, pelo acolhimento e todos os ensinamentos passados, tenho certeza que tive os melhores professores na minha construção profissional, a vocês sou inteiramente grato.

Aos meus IRMÃOS de classe, que compartilharam risos, debates e noites de estudo, agradeço por tornarem essa jornada acadêmica memorável. Cada conversa, cada troca de ideias e cada momento de colaboração contribuíram para um ambiente de aprendizado enriquecedor. Juntos, enfrentamos desafios e celebramos conquistas, formando laços que levarei para toda a vida. Tenham Certeza que amo muito vocês: Ana Clara, Úrsula Neves, Carol Caren, Lucas Paz, Irlan Campelo, Israel Vicente, Jonatas Carlos, Lorena Paulina, Gustavo Andrade, Loghan Moreira, Axcel Raphael e Laís Deosdede.

Por fim, gostaria de agradecer a todas os meus amigos, família CJC, colegas e familiares, cujo apoio e encorajamento foram fundamentais para que este trabalho se tornasse uma realidade.

Cada um de vocês desempenhou um papel significativo nessa conquista, e este trabalho carrega a marca indelével de suas contribuições. Obrigado a todos por fazerem parte desta jornada.

“O que vale a pena ser feito, deve ser feito bem feito...”

Pe. Benevides Gurgel, SDB.

RESUMO

A aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolia* Raddi) pertence à família Anacardiaceae, tem grande relevância econômica e seus frutos são conhecidos como pimenta-rosa. A intensa exploração, implica em indivíduos que não apresente problemas de frutificação ou de estabelecimento, evitando descendentes pouco vigorosos e com baixa adaptabilidade. Este estudo tem o objetivo de selecionar genótipos de *Schinus terebinthifolia* com boa aptidão no desenvolvimento de mudas submetidas a condições ambientais. O material foi coletado em 10 matrizes localizadas em Tejucupapo - Goiana/PE. Os frutos foram encaminhados para o Departamento de Ciência Florestal (DCFL) da UFRPE, sendo beneficiados e submetidos ao teste de vigor. No Viveiro Florestal da mesma instituição, foi realizado o teste de progênies, sendo semeadas 10 sementes por sacola plástica, substrato constituído por vermiculita, substrato comercial e terra de subsolo (1:1:6). Os ambientes foram pleno sol e sombreamento a 50 % (sombrite), com o esquema fatorial de 10x20x2. Inicialmente foram avaliadas a %E; IVE e o TME. E aos 180 dias: H; DC; CR; %S; VIGOR; NF; PF; IE; MSR e MSPA. O delineamento foi em blocos ao acaso, sendo uma planta por parcela, com 20 blocos, em cada ambiente. As análises foram realizadas pelo software SELEGEN-REML/BLUP. Sendo realizado o teste de deviance e o índice de seleção de Mulamba e Mock. O teste de condutividade elétrica, apresentou as matrizes M9, M2, M7 e M10 com as sementes mais viáveis. Os componentes de variação do teste de progênies em diferentes ambientes não apresentaram valores significativos, mostrando que o ambiente não influencia tanto na germinação e estabelecimento das mudas. A deviance mostrou que as características IVE, %E e SOB foram significativas. Essas características foram utilizadas para a constituição do rank médio. Houve diferença significativa na qualidade fisiológica de sementes. Não havendo diferença no teste de progênies nos ambientes e devido aos parâmetros genéticos das progênies, foi utilizado o rank médio classificando as M9 e M2 com os melhores materiais genéticos.

Palavras-chave: Teste de progênies; Seleção genotípica; Produtos não madeireiros; Pimenta-rosa.

ABSTRACT

The red pepper tree (*Schinus terebinthifolia* Raddi) belongs to the Anacardiaceae family, has great economic relevance and its fruits are known as pink pepper. Intense exploration implies individuals that do not present fruiting or establishment problems, avoiding offspring that are not very vigorous and have low adaptability. This study aims to select *Schinus terebinthifolia* genotypes with good ability to develop seedlings under environmental conditions. The material was collected in 10 matrices located in Tejucupapo - Goiana/PE. The fruits were sent to the Department of Forestry Science (DCFL) at UFRPE, being processed and subjected to vigor testing. At the Forest Nursery of the same institution, the progeny test was carried out, with 10 seeds being sown per plastic bag, a substrate consisting of vermiculite, commercial substrate and subsoil soil (1:1:6). The environments were full sun and 50% shading (sombrite), with a 10x20x2 factorial scheme. Initially, %E was evaluated; IVE and the TME. And at 180 days: H; A.D; CR; %S; VIGOR; NF; IE; MSR and MSPA. The design was in randomized blocks, with one plant per plot, with 20 blocks, in each environment. The analyzes were performed using the SELEGEN-REML/BLUP software. The deviance test and the Mulamba and Mock selection index were carried out. The electrical conductivity test showed matrices M9, M2, M7 and M10 with the most viable seeds. The variation components of the progeny test in different environments did not present significant values, showing that the environment does not influence the germination and establishment of seedlings. Deviance showed that the characteristics IVE, %E and SOB were significant. These characteristics were used to create the average rank. There was a significant difference in the physiological quality of seeds. As there was no difference in the progeny test in the environments and due to the genetic parameters of the progenies, the average rank was used, classifying M9 and M2 with the best genetic materials.

Keywords: Progeny test; Genotypic selection; Non-wood products; Pink pepper.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Identificação de ocorrência natural de <i>Schinus terebinthifolia</i>) no Brasil.....	16
Figura 2. Frutos de <i>Schinus terebinthifolia</i>	17
Figura 3. Localização das matrizes de <i>Schinus terebinthifolia</i> no Distrito de Tejucupapo em Goiana/PE.....	22
Figura 4. Frutos de <i>Schinus terebinthifolia</i> após coleta.....	23
Figura 5. Sementes de <i>Schinus terebinthifolia</i> submetidas ao teste de condutividade elétrica.....	24
Figura 6. Semeadura do teste de progênie de <i>Schinus terebinthifolia</i> em diferentes ambientes. A – Casa de sombra a 50 % e B – Pleno sol.....	25
Figura 7. Plântula mais vigorosa de <i>Schinus terebinthifolia</i> após raleio. A – Pleno sol e B – Casa de sombra a 50 %.....	25
Figura 8. Escala de vigor e mudas de <i>Schinus terebinthifolia</i> variando de: 1- Baixo, 2- Médio e 3- Alto. Escala: 30 cm.....	26
Figura 9. Imagens digitais dos lados adaxial e abaxial em folhas de <i>Schinus terebinthifolia</i> submetidos em teste de progênie em ambientes distintos. A - Adaxial (sombreado), B - Abaxial (sombreado), C - Adaxial (pleno sol), D - Abaxial (pleno sol). Escala: 0.1mm.....	27
Figura 10. Teste de médias sobre a condutividade elétrica realizada em 10 matrizes de <i>Schinus terebinthifolia</i> . Tukey a 5% de probabilidade.....	30
Figura 11. Intervalo de confiança dos valores genotípicos preditos no teste de progênie de <i>Schinus terebinthifolia</i> em diferentes ambientes. A - Índice de velocidade de Emergência (IVE); B - Emergência (%E); C - Sobrevivência (SOB); D - Massa seca da Raiz (MSR).....	38

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Análise de variância sobre a condutividade elétrica realizada em sementes de <i>Schinus terebinthifolia</i>	29
Tabela 2. Componentes de Variância (C.V.) e análise do teste de progênie de <i>Schinus terebinthifolia</i> em diferentes ambientes.....	32
Tabela 3. Análise de deviance pelo teste de razão de verossimilhança (LRT) e parâmetros genéticos em 10 progênies de <i>Schinus terebinthifolia</i> , em ambientes distintos.....	35
Tabela 4. Correlação genotípica entre os caracteres em teste de progênie de <i>Schinus Terebithifolius</i> avaliados em dois ambientes.....	36
Tabela 5. Seleção de Matrizes por ranqueamento de genótipos em teste de progênie de <i>Schinus terebithifolia</i>	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%E - Porcentagem de emergência

%S - Porcentagem de Sobrevivência

ACU - Acurácia

B.O.D. - *Biochemical Oxygen Demand*

BLUP - *Best Linear Unbiased Prediction*

c^2_{int} - coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente

CLORA - Clorofila A

CLORB - Clorofila B

CR - Coeficiente de Robustez

CVe% - Coeficiente de variação residual

CVgi% - Coeficiente de variação genotípica aditiva individual

DC - Diâmetro do Colo

H - Altura da muda

h^2_a - Herdabilidade individual no sentido amplo

IE - Índice Estomático

IVE - Índice de velocidade de emergência

LRT - teste de razão de verossimilhança

MAP - Monofosfato de amônio

MSPA - Massa Seca da Parte Aérea

MSR - Massa Seca da Raiz

NF - Número de Folhas

PF - Pigmento Fotossintético

REML - *Restricted Maximum Likelihood*

rgloc - Correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes

TME - Tempo médio de emergência

Ve - Variância residual

Vf - Variância fenotípica individual

Vg - Variância genotípica

VIGOR - Vigor das mudas

Vint - Variância da interação genótipo x ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
	2.1 <i>Schinus terebinthifolia</i> raddi.....	15
	2.2 Teste de progênie.....	18
	2.3 Adaptações ambientais.....	19
3	OBJETIVOS	21
	3.1 Geral.....	21
	3.2 Específicos.....	21
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
	4.1 Localização das matrizes.....	22
	4.2 Coleta de frutos.....	22
	4.3 Beneficiamento.....	23
	4.4 Teste de vigor.....	23
	4.5 Formação de mudas sob diferentes condições ambientais.....	24
	4.6 Seleção de mudas superiores e análises genéticas e estatísticas.....	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
	5.1 Teste de vigor	29
	5.2 Teste de progênie de meios irmãos de polinização aberta em mudas submetida a ambiente distintos.....	30
6	CONCLUSÕES.....	39
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

A *Schinus terebinthifolia* Raddi pertence à família Anacardiaceae, é uma espécie nativa brasileira (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2014). Tem seu uso intensificado na medicina tradicional e em atividades farmacológicas, por ter propriedades antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana (GOMES et al. 2020; SALES et al., 2020; SILVA et al.. 2019). Ocorre em diferentes formações florestais e, em vários habitats pela eficácia na dispersão de seus frutos por meio da zoocoria (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2013).

Conhecida popularmente como aroeira, aroeira-vermelha, aroeira-pimenteira e aroeira-da-praia entre outros (SALES et al., 2020). Tem grande relevância econômica, sendo um item brasileiro de exportação, principalmente pela indústria alimentícia, por suas características condimentares (RUAS, 2016). Seus frutos após processados são conhecidos como pimenta-rosa e usados no mercado interno e externo como condimento “gourmet”, o óleo extraído de sua polpa apresenta potencial, principalmente para o mercado de cosméticos. (NEVES et al., 2016).

A *S. terebinthifolia* também é bastante procurada pelas suas substâncias quimiopreventivas, como flavonóides e outros compostos fenólicos, justificando sua utilização na alimentação, agregando valor ao produto (RUAS, 2016). Diante de seu grande potencial, a espécie foi elencada como espécie prioritária aromática no âmbito da Iniciativa Plantas para o Futuro para a Região Nordeste, e com potencial uso madeireiro, medicinal e ornamental (CORADIN et al., 2018).

Dentre as espécies utilizadas para obtenção de material propagativo para a produção comercial, uso em programas de melhoramento genético, projetos de recuperação florestal e para própria conservação, a aroeira destaca-se por ter crescimento rápido e comportamento típico de pioneira (SOUZA et al., 2013). A intensa exploração de seus frutos na região nordeste, para uso culinário e medicinal, implica na necessidade de indivíduos que não apresente problemas de frutificação ou de estabelecimento de seus propágulos, possuindo genes representativos da espécie ou população local, de modo a evitar descendentes pouco vigorosos e com baixo potencial de adaptação (RODRIGUES et al., 2009).

Diante disso, variações significativas são esperadas devido à não domesticação da espécie e à origem do material experimental, devido sua ampla distribuição geográfica, a *S. terebinthifolia* fica sujeita as variações edafoclimáticas (WIELEWICKI et al., 2006). O estabelecimento de programas de melhoramento em espécies florestais nativas se dá pela transformação de um componente da biodiversidade em um recurso genético (CLEMENT,

2001). Os efeitos ambientais, podem gerar a necessidade de avaliação da adaptação, estabilidade genotípica e a predição em gerações futuras. Sendo significativo para a escolha de materiais genéticos apropriados e estudos da interação entre o genótipo e o ambiente (GAUCH, 2013).

Assim, o uso de ferramentas como o teste de progênie, que visa identificar as melhores matrizes por meio de seus descendentes, é utilizado para estimar os parâmetros genéticos, variância genética e selecionar indivíduos com o intuito de quantificar e maximizar os ganhos genéticos, auxiliando na seleção de genótipos superiores para produção de mudas adaptadas por meio da seleção massal (COSTA et al., 2008). E devido ao extrativismo desordenado dos frutos dessas espécies nativas e à necessidade de ampliação da quantidade de matéria-prima a ser fornecida à indústria, o desenvolvimento de técnicas de cultivo é de grande relevância para garantir o sucesso da cadeia produtiva (NEVES et al., 2016).

De modo geral, existe pouca informação na literatura para a maioria das espécies nativas brasileiras, relacionadas principalmente aos métodos de melhoramento, produção de mudas e seleção de indivíduos superiores sob diferentes condições ambientais. Sabendo que para diversas espécies, de destaque econômico e ecológico, existem limitações em estudos de diversidade, programas de melhoramento e conservação, estudos deverão ser conduzidos no sentido de desenvolver métodos para domesticação e uso comercial dessas espécies.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Schinus terebinthifolia raddi*

A *Schinus terebinthifolia* Raddi pertence à família botânica Anacardiaceae, é uma espécie arbórea, pioneira, de porte pequeno a médio e crescimento de moderado a rápido (SILVA-LUZ et al., 2020). É conhecida popularmente como aroeira, aroeirinha, aroeira-da-praia, aroeira-de-remédio, aroeira-mansa, aroeira-vermelha, aroeira-pimenteira e pimenta-rosa entre outros (SALES et al., 2020; SILVA-LUZ et al., 2020). Sendo amplamente recomendada, na recuperação de áreas degradadas, marginais e bordas de mata (GOMES et al., 2013; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2013).

Entre os mais variados usos a *S. terebinthifolia* é recomendada para a recomposição florestal por ser uma espécie extremamente versátil, adaptada a vários ambientes. Utilizada nas construções rurais como mourões para cercas, extrativos como óleos voláteis de propriedade inseticida e na produção de resina terebintácea aromática, possuindo potencial apícola, e indicada para a arborização urbana e alimentação humana, pois seus frutos, são usados como condimento (MARCHIORI, 2013).

Além disso, tem intenso uso na medicina tradicional e em atividades farmacológicas, por apresentar propriedades anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana, antiblenorrágica, antitérmica, cicatrizante, propriedades depurativas, balsâmicas e diuréticas (GOMES et al., 2020; SALES et al., 2020; SILVA et al., 2019). Também utilizada como fonte de energia produzindo lenha e carvão de boa qualidade, produção de pigmento para tingir e fortalecer redes de pescas; apresenta até 10% de tanino em sua casca e na produção de forragem para alimentação animal, por ter de 9,7 a 11,5% de proteína bruta e boa palatabilidade (CARVALHO, 2003).

A sua distribuição geográfica se apresenta em diferentes formações florestais e, em vários habitats por meio de sua tolerância em condições ambientais adversas e a eficácia na dispersão de seus frutos (CARLINI et al., 2010; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2013). Ocorrendo de forma natural no leste e nordeste da Argentina, leste do Paraguai, no Uruguai e no Brasil. No Brasil ela está presente no estado de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Sergipe (Figura 1) (CARVALHO, 2003). Sendo introduzida em vários

países da Europa, na América Central e Sul dos Estados Unidos para fins ornamentais (CARVALHO, 2003).

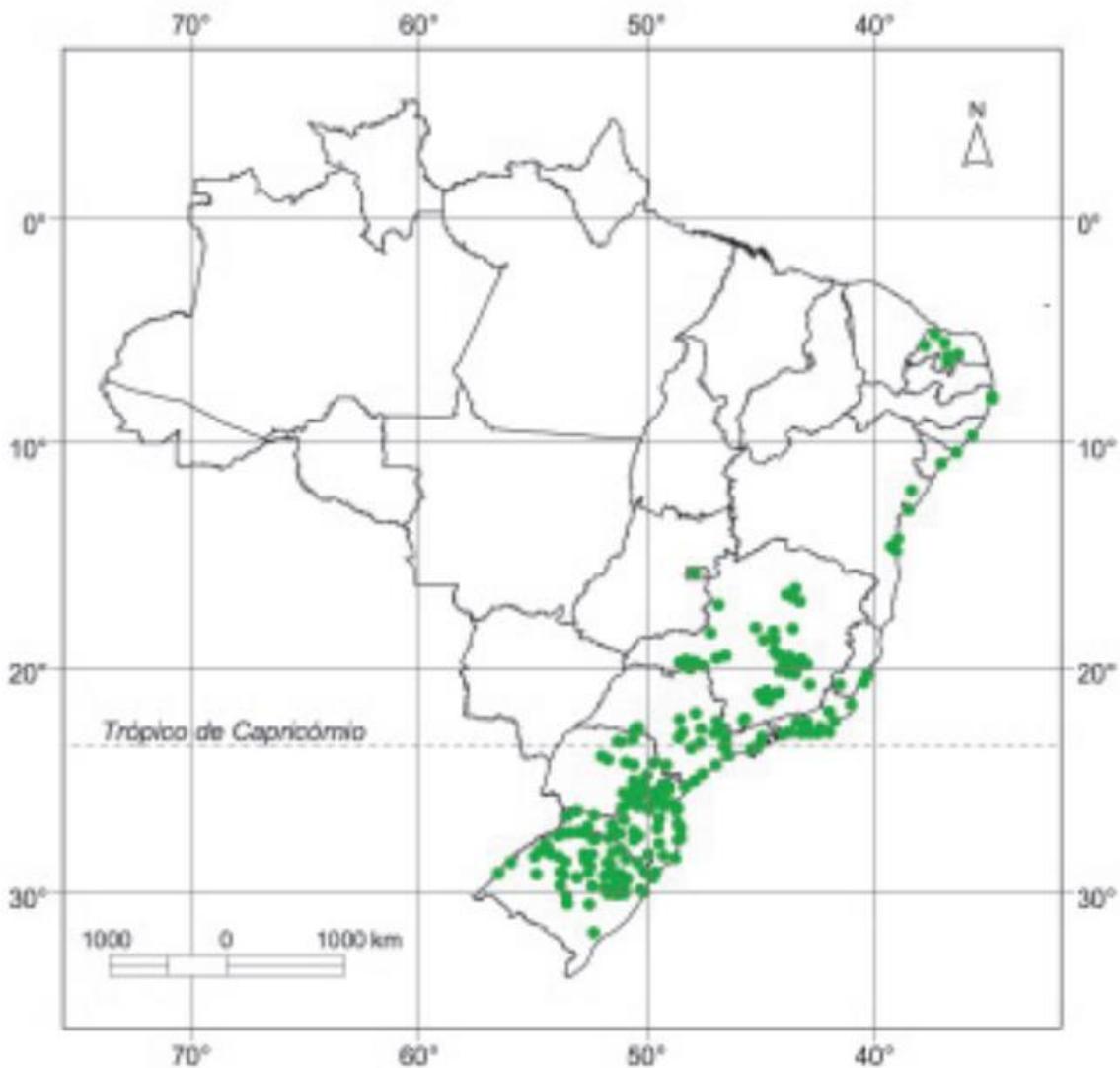


Figura 1. Identificação de ocorrência natural de aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolia*) no Brasil. Fonte: CARVALHO, 2003.

A *S. terebinthifolia* pode possuir forma de arbusto a árvore perenifólia, tendo porte variado. Sua altura geralmente fica entorno de 2 a 10 m e de 10 a 30 cm de DAP, chegando a atingir até 15 m de altura e 60 cm de DAP, em sua idade adulta (CARVALHO, 2003). Suas folhas são compostas imparipinadas, alternas, apresentando entre 9 e 11 folíolos sésses. Suas flores são branco-amareladas a branco-esverdeadas, numerosas, pequenas, reunidas em panículas axilares ou em terminais de ramos. A floração é precoce podendo ocorrer a partir do primeiro ano, sendo irregular ou duas vezes ao ano (CARVALHO, 2003).

Seu fruto é do tipo drupa, pequeno com diâmetro em torno de 4 a 5,5 mm levemente achatado no comprimento. Apresentam coloração vermelho-vivo a purpúrea ou rosa forte (CARVALHO, 2003) (Figura 2). Apresentando grande variabilidade genética devido à intensa segregação de caracteres genotípicos (LENZI; ORTH, 2004).



Figura 2. Frutos de *Schinus terebinthifolia*. Fonte: SILVA-LUZ *et al*, 2020.

Os frutos da *S. terebinthifolia*, após processado são conhecidos mundialmente como pimenta-rosa e usados no mercado interno e externo como condimento “gourmet” (NEVES *et al.*, 2016). Sendo o principal produto de exploração da aroeira pela sua relevância econômica e gastronômica. O extrativismo da aroeira ocorre majoritariamente em populações naturais em áreas de restinga e, também, em ilhas de sedimentos areno-quartzosos do Rio São Francisco. Os indivíduos podem chegar a produzir por planta até 80 kg ao ano de frutos, e a colheita é feita de forma exclusivamente manual pelas comunidades locais (LENZI; ORTH, 2004; NEVES *et al.*, 2016).

Sendo uma importante fonte de renda extra para famílias de agricultores e comunidades tradicionais, a pimenta-rosa historicamente, gera uma espécie de desenvolvimento socioeconômico divergente aos modelos da sustentabilidade, causando desvantagens ecológicas e sociais. Na atualidade, têm sido implantadas iniciativas técnico-científicas para a produção de frutos da aroeira sustentáveis (GOMES *et al.*, 2013; NEVES *et al.*, 2016).

2.2. Teste de progênies

O teste de progênies pode funcionar como um instrumento de conservação genética, possibilitando a identificação das características silviculturais de interesse econômico e ecológico, estimando os ganhos genéticos esperados e auxiliando na seleção de genótipos superiores por meio da variabilidade genética (TUNG et al. 2010). Seu principal objetivo é identificar a variabilidade genética por meio dos fatores ambientais e das populações oriundas de diversas áreas. Analisando os caracteres quantitativos e determinando a adaptação das variações ambientais em que determinados genes estão inseridos. Além de proporcionar a exploração em programas de melhoramento florestal (FREITAS et al., 2007).

Sendo uma das etapas básicas de um programa de melhoramento genético florestal, as estimativas dos parâmetros genéticos, permitem os ganhos de seleção que são determinados pelas características de interesse por meio do controle genético. Além disso o coeficiente de variação genética detecta e quantifica a variabilidade, expressado pela magnitude da variação gênica em relação à média do caráter avaliado (RESENDE et al., 1991). Sendo assim um importante parâmetro genético bastante utilizado é a herdabilidade (MORAES et al., 2007; SAUL et al., 2021).

A herdabilidade não é apenas um atributo de caráter, mas também um atributo da população e do ambiente em que os indivíduos vivem (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). O valor da herdabilidade pode ser afetado se houver alterações em quaisquer um dos componentes da variância fenotípica (FALCONER, 1987). Dessa forma, a estimativa dos parâmetros genéticos como o coeficiente de variação genética e a herdabilidade possibilitam o conhecimento do potencial evolutivo de uma população, tanto para fins de conservação ou melhoramento genético (FREITAS; COSTA, 2015).

A herdabilidade apresenta-se de duas formas: No sentido amplo é observada pela variabilidade causada pelos efeitos expressos pelos genes e no sentido restrito a variabilidade é expressa pelos efeitos aditivos dos genes, muito utilizada pela propagação sexuada (RESENDE; FERNANDES, 1999; CARVALHO et al., 2001). Outro parâmetro importante é a acurácia, sua principal aplicação é estimar a precisão da seleção estando relacionado a herdabilidade, relacionando os valores genéticos preditos dos valores genético reais. Sendo classificada como: muito alta (valores superiores à 0,90), alta (0,70 – 0,90), moderada (0,50 – 0,70) e baixa (valores inferiores à 0,50) (RESENDE; DUARTE, 2007; MAIA et al., 2014; SAUL et al., 2021).

Os testes de progênies ainda constituem um meio de avaliação da variabilidade genética a ser explorada em programas de conservação. Sendo, possível determinar os parâmetros

fenotípicos e genotípicos entre e dentro de progênes, verificando as associações entre os caracteres, avaliando a eficiência dos métodos de seleção e predizendo os ganhos genéticos (SEBBENN et al., 2004; FREITAS; COSTA, 2015).

2.3. Adaptações ambientais

O estudo sobre as adaptações ambientais em genótipos de interesse é de suma importância, pois serve de compreensão de como diferentes espécies vegetais se adaptam ao seu ambiente e auxiliam no desenvolvimento de programas de melhoramento genético mais eficazes. Sendo crucial para a preservação de espécies nativas e para a produção de cultivares mais resistentes e produtivas em diferentes regiões. O ambiente em que as plantas parentais se desenvolvem, pode alterar a expressão fenotípica passada a seus descendentes, por meio de alterações reversíveis que ocorrem no DNA e em suas proteínas ou no fornecimento de sementes, tornando-as mais adaptadas aos estresses abióticos locais (LÁZARO-LOBO et al., 2020).

Quando estes ambientes são distintos, na maioria das vezes, há a interação entre o genótipo x ambiente, afetando o ganho com a seleção, sendo necessário estimar a magnitude e a natureza dessa interação. Essas hipóteses proporcionam a avaliação do real impacto de seleção, assegurando alto grau de confiabilidade na recomendação de genótipos para um determinado local ou grupo de ambientes (ROSADO et al., 2012). Essas adaptações ambientais é o resultado das interações entre os mecanismos da seleção natural, do fluxo gênico e dos outros processos evolutivos que proporcionam vantagens sob as condições ambientais locais por meio da seleção de características favoráveis (KAWECKI; EBERT, 2004).

Embora a simples análise da interação genótipo x ambiente seja importante, não proporciona informações satisfatórias e exatas sobre o desempenho de cada genótipo em várias condições ambientais. Fazendo-se necessário conduzir análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para identificar genótipos com comportamento previsíveis e sensíveis às variações ambientais, seja em condições específicas ou amplas. (CRUZ et al., 2012)

Diversos métodos estatísticos foram criados com o objetivo de compreender melhor a interação entre genótipo x ambiente. Através desses estudos, é viável analisar como cada genótipo reage às mudanças do ambiente (CRUZ et al., 2012). Consequentemente, as metodologias de seleção que combinam estabilidade e adaptabilidade em uma única métrica são consideradas superiores em relação às que baseiam sua seleção apenas na produção (RESENDE, 2007). A metodologia de modelos mistos conhecida como método REML/BLUP

foi introduzida para culturas perenes, como pinus (RESENDE et al., 1996), e tem sido amplamente utilizada na análise de dados de diferentes culturas, tanto perenes quanto anuais. O procedimento REML (*Restricted Maximum Likelihood*) estima os componentes de variância necessários ao modelo, enquanto o BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) estima o valor genotípico (RESENDE, 2007).

Além de levar em conta os erros correlacionados dentro de locais, o método REML/BLUP, inclui estabilidade e adaptabilidade na seleção de genótipos superiores. Oferecendo valores genéticos já descontados da instabilidade, podendo ser utilizado em qualquer quantidade de ambientes. Ademais, produz resultados na unidade ou escala do caráter avaliado, que podem ser interpretados diretamente como valores genéticos, ao contrário de outros métodos (TORRES et al., 2015).

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Selecionar genótipos de *Schinus terebinthifolia* com boa aptidão no desenvolvimento de mudas submetidas a diferentes ambientes.

3.2. Específicos

- Verificar se sementes das progênies de *S. terebinthifolia*, possuem boas condições fisiológicas;
- Analisar se é possível estabelecer um teste de progênies de mudas seminais em pleno sol e em ambiente sombreado;
- Selecionar indivíduos com base em caracteres genotípicos em fase de muda;
- Analisar os experimentos via modelos estatísticos com foco em seleção de genótipos superiores para produção de mudas adaptadas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização das matrizes

Os indivíduos utilizados foram selecionados por meio do método da seleção massal, realizado anteriormente, respeitando a distância de 100 metros entre matrizes, sendo um total de 10 árvores localizadas no Distrito de Tejucupapo em Goiana/PE, as margens da PE-49, entre os KM 16 e 17 (Figura 3).

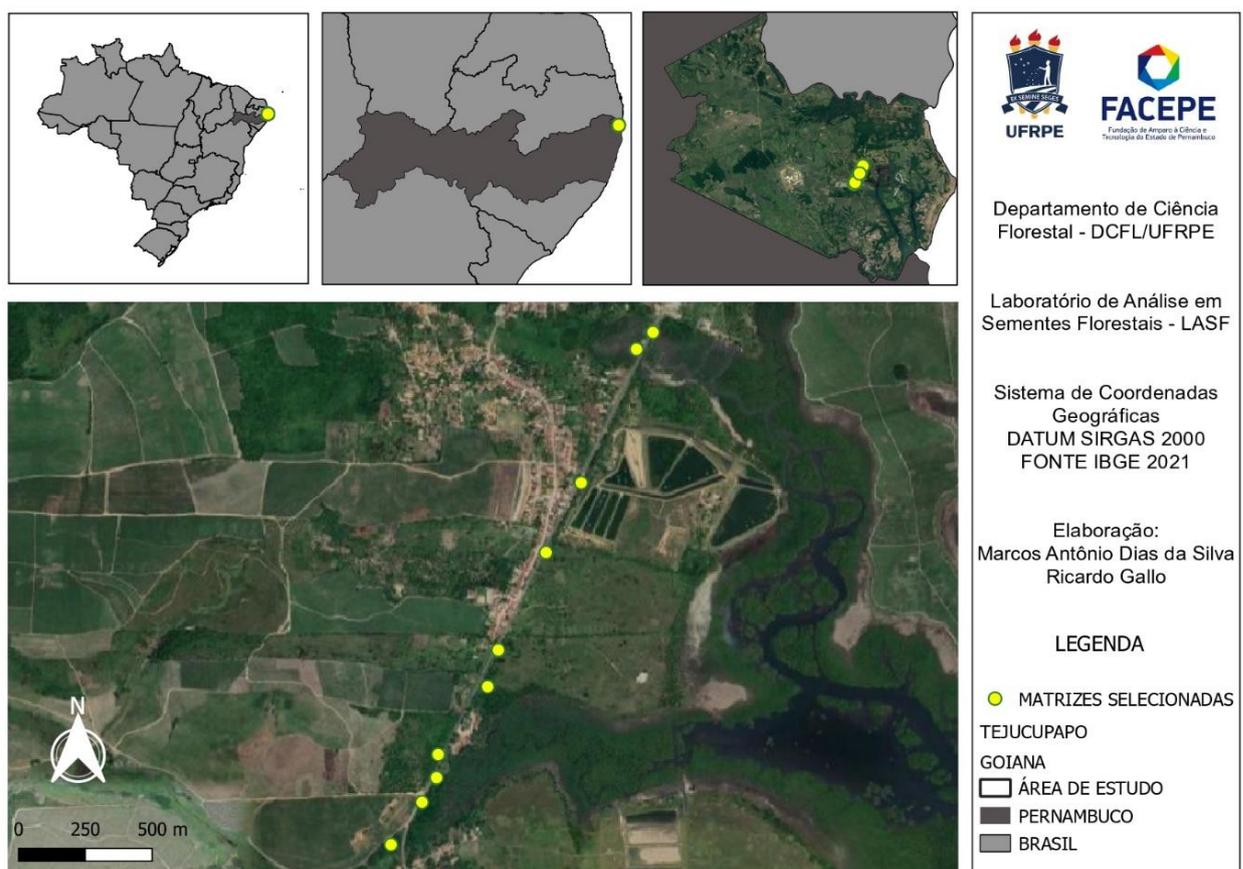


Figura 3. Localização das matrizes de *Schinus terebinthifolia* no Distrito de Tejucupapo em Goiana/PE. Fonte: Autor.

4.2. Coleta de frutos

Os frutos de cada matriz foram coletados manualmente. Em seguida, foram encaminhados ao Laboratório de Análise em Sementes Florestais (LASF), do Departamento de Ciência Florestal (DCFL) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (Figura 4).

O experimento submetida a diferentes ambientes cultivadas via propagação seminal foi desenvolvido no Viveiro Florestal vinculado a mesma instituição.



Figura 4. Frutos de *Schinus terebinthifolia* após coleta. Fonte: Autor.

4.3. Beneficiamento

Após a coleta, os frutos passaram por um processo de debulha manual. Foram postos para secar nas bancadas do laboratório a temperatura ambiente por 7 dias, e com o auxílio de uma peneira os frutos foram pressionados para a retirada do pericarpo e extração das sementes. O beneficiamento consistiu na retirada das sementes malformadas, quebradas, atacadas por insetos ou com presença de fungos. Posteriormente a retirada das impurezas, as sementes foram acondicionadas em embalagem de papel kraft em ambiente refrigerado (4 °C), por se tratar de uma semente do tipo ortodoxa, permaneceu nessas condições até a fase experimental, em torno de 10 dias após beneficiamento.

4.4. Teste de vigor

Para o teste de vigor foi realizado o método de condutividade elétrica. As sementes de cada árvore selecionada foram submersas em 50 mL de água destilada no período de 24 horas a 25 °C e acondicionadas em câmara de germinação do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen*

Demand) (ABREU et al., 2020). O delineamento foi o inteiramente casualizado com 4 repetições de 25 sementes cada, totalizando 100 sementes por matriz (Figura 5). A leitura da embebição foi realizada com o auxílio de um condutivímetro (TECNAL TEC-4MP e resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$). Para a análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de significância no *Software R* (R CORE TEAM, 2019).



Figura 5. Sementes de *Schinus terebinthifolia* submetidas ao teste de condutividade elétrica. Fonte: Autor.

4.5. Formação de mudas sob diferentes condições ambientais

Para a condução do teste de progênie em mudas de *S. terebinthifolia*, sob diferentes condições ambientais, foram semeadas 10 sementes por sacola plástica com capacidade de 1 L. O substrato foi constituído por vermiculita, areia lavada e terra de subsolo na proporção de 1:4:6, sendo adicionado 10 g do adubo de liberação lenta NPK na recomendação de 11:09:27. Os ambientes foram constituídos por 2 tratamentos: (i) pleno sol, e (ii) sombreamento a 50 % com uso de uma tela do tipo sombrite (Figura 6). Cada tratamento contou com 20 repetições por matriz, totalizando 2.000 sementes. Foram realizadas irrigações periódicas, por meio de aspersores automatizados para favorecer as condições de desenvolvimento. Nesta etapa foram avaliadas a porcentagem de emergência (%E), o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME) de cada repetição.



Figura 6. Semeadura do teste de progênie de *Schinus terebinthifolia* em diferentes ambientes. **A** – Casa de sombra a 50 % e **B** – Pleno sol. Fonte: Autor.

Após emergência, foi realizado o raleio, permanecendo a plântula mais vigorosa (Figura 7). As plantas remanescentes receberam a dose de 1 ml L^{-1} do fertilizante foliar Petence 11[®] e 2 g L^{-1} de monofosfato de amônio (MAP).



Figura 7. Plântula mais vigorosa de *Schinus terebinthifolia* após raleio. **A** – Pleno sol e **B** – Casa de sombra a 50 %. Fonte: Autor.

Aos 180 dias foram realizadas as avaliações finais, sendo elas:

- **Altura da muda (H):** por meio de régua graduada em cm, medida desde o colo da muda até o meristema apical;
- **Diâmetro do Colo (DC):** com o auxílio do paquímetro digital com precisão de 0,01 mm;
- **Coefficiente de Robustez (CR):** sendo a relação entre a altura e diâmetro do colo (H/DC);
- **Porcentagem de Sobrevivência (%S):** realizando a contagem de plântulas vivas;
- **Número de Folhas (NF):** realizado por meio da contagem de cada emissão de folha da muda;
- **Vigor das mudas (VIGOR):** feito com base em uma escala de notas variando de 1 (Baixo), 2 (Médio), 3 (Alto) (Figura 8), sendo observado a formação da copa, coloração, aspectos da folha e altura da muda;



Figura 8. Escala de vigor e mudas de *Schinus terebinthifolia* variando de: 1- Baixo, 2- Médio e 3- Alto. Escala: 30 cm. Fonte: Autor.

- **Pigmento Fotossintético (PF):** com o auxílio do medidor portátil de teor de clorofila “ClorofiLOG” Falker modelo FL 1030, a medição foi realizada três vezes no terceiro par de folhas expandidas que não apresentaram nenhuma anomalia para cada muda submetida a diferentes ambientes;
- **Índice Estomático (IE):** foi realizado por meio da técnica de impressão da epiderme (SEGATTO et al, 2004), consistindo em depositar uma gota de adesivo instantâneo (Super Bonder®) sobre uma lâmina de vidro. Tanto a parte adaxial como a abaxial do folíolo foi pressionada sobre a lâmina, por aproximadamente 10 s, permitindo a separação do folíolo da lâmina e a manutenção da impressão da epiderme. Depois da confecção, as lâminas foram mantidas em condições ambientais até a avaliação. As imagens digitais foram obtidas por meio de uma câmera acoplada em microscópio óptico, tendo como escala 0,1 mm (Figura 9). As imagens foram submetidas ao *Software* Imagem J para auxílio na contagem dos estômatos;

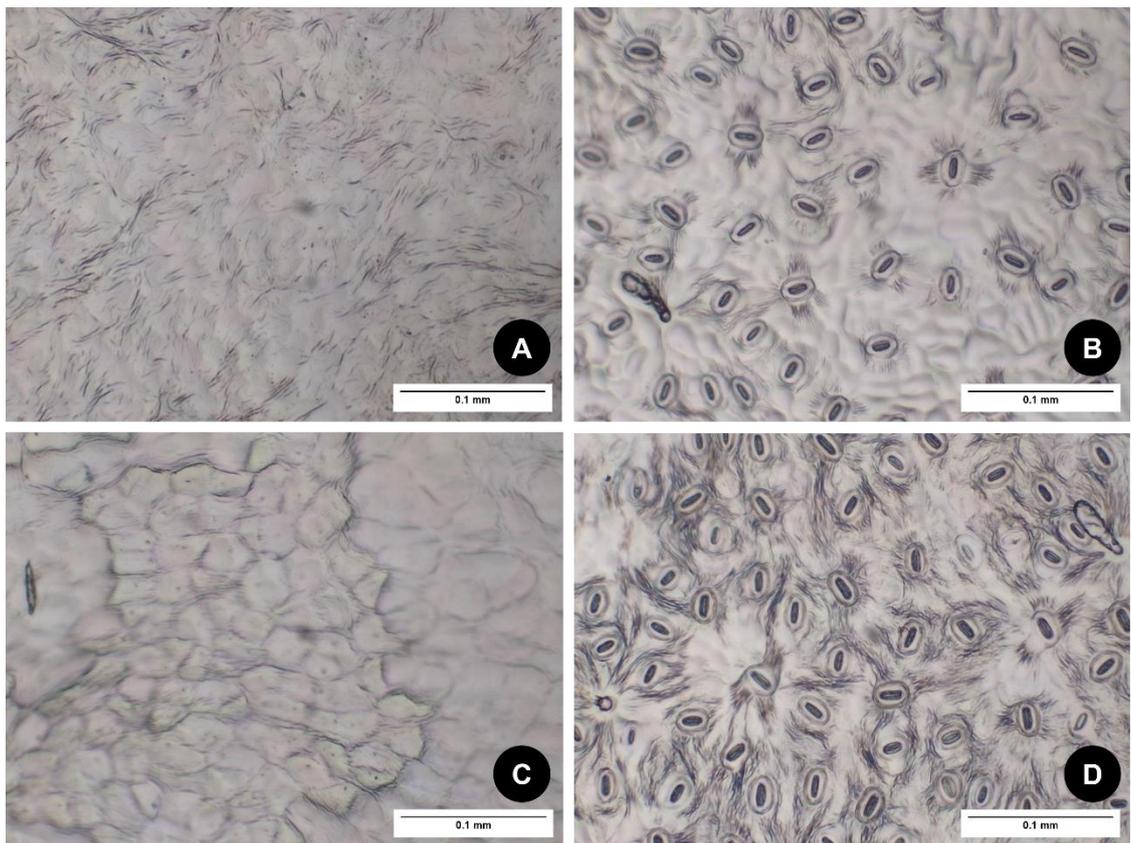


Figura 9. Imagens digitais dos lados adaxial e abaxial em folhas de *Schinus terebinthifolia* submetidos em teste de progênie em ambientes distintos. A- Adaxial (sombreado), B- Abaxial (sombreado), C- Adaxial (sol pleno), D- Abaxial (sol pleno). Escala: 0.1mm. Fonte: Autor.

- **Massa Seca da Raiz (MSR) e Parte Aérea (MSPA):** consistiu na separação da raiz e parte aérea, sendo acondicionadas em sacos de papel Kraft e postas para secar em estufa de circulação a 70 °C, até peso constante, pesando em balança com precisão de 0,01 g.

4.6. Seleção de mudas superiores e análises genéticas e estatísticas

O teste de progênie em mudas foi delineado em blocos ao acaso, sendo uma planta por parcela (Single Tree Plot – STP), com 20 blocos para cada matriz previamente selecionada, totalizando 200 plantas, em cada um dos ambientes (sol pleno, e sombreamento a 50 %).

As análises foram realizadas com o auxílio do *software* SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE, 2016), por meio de modelos mistos no teste de progênie de meio irmãos. O modelo estatístico para análise do teste de progênie para as plantas advindas da propagação seminal ou sexuada, uma observação por parcela, vários locais, é dado por:

$$y = Xr + Zg + Wi + e$$

Em que:

- **y** é o vetor de dados;
- **r** é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral;
- **g** é o vetor dos efeitos genéticos individuais (assumidos como aleatórios);
- **i** o vetor dos efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios);
- **e** o vetor de erros ou resíduos (aleatórios);
- As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Com isso, foi realizado o teste da razão de verossimilhança (LRT) mediante a análise de deviance (ANADEV) (RESENDE, 2007). Sendo obtidas, pelo modelo com e sem os valores de h^2 para cada variável e em seguida, subtraindo-os e confrontando-os com o valor do Qui-quadrado com um grau de liberdade a 5 % de probabilidade.

Com os valores genéticos preditos, dados por $\mu + g$, foi obtida a correlação genética entre as variáveis analisadas. Além disso, foi realizado o índice de rank médio (RESENDE, 2007), adaptado de Mulamba e Mock. Para a realização do rank de seleção, levou-se em

consideração as características que obtiveram acurácia acima de 70% e que os resultados de deviance tenham dado significativos para o melhor enquadramento. E assim obter progênes e árvores superiores para produção de mudas adaptadas aos ambientes testados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Teste de vigor

Os resultados da análise de variância, referente a condutividade elétrica realizada em 10 matrizes de *S. terebinthifolia*, visando testar a viabilidade das sementes, estão apresentados na Tabela 1. Houve diferença significativa entre as matrizes para a viabilidade das sementes testadas segundo o teste F, pois o valor de F calculado (19,68) foi superior em relação ao F tabelado ($2.8357e^{-10}$).

Tabela 1. Análise de variância sobre a condutividade elétrica realizada em sementes de 10 matrizes de *Schinus terebinthifolia*.

	GL	SQ	QM	FC	p-valor
Tratamentos	9	3656,0	406,22	19,68	$2.8357e^{-10}$
Resíduos	30	619,2	20,64		
Total	39	4275,2			

Grau de Liberdade (GL); Soma de Quadrados (SQ); Quadrado Médio (QM); F calculado (FC); F tabelado (F).

O teste de condutividade elétrica identifica o início da degradação, que é marcado pela quebra da estrutura das células. Sementes com baixo vigor apresentam uma recuperação mais lenta da integridade de suas membranas celulares durante a absorção de água para a germinação, resultando em uma maior liberação de solutos para fora, favorecendo alta concentração de eletrólitos. (MARCOS FILHO, 2015).

Assim, ao realizar o teste de médias segundo tukey a 5 % de probabilidade, como mostra a figura 10. Foi possível classificar as matrizes que apresentaram as sementes mais viáveis, sendo elas: M9, M2, M7 e M10, expressaram medias de solutos menores as demais matrizes, com valores de 22,93, 26,59, 27,16 e 27,43 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ respectivamente, mostrando uma recuperação mais rápida da integridade das membranas celulares e, como resultado, sementes mais vigorosas. Seguindo das matrizes M1, M3, M5, M8, M6 e M4, que apresentaram maiores valores de lixiviados (31,62, 32,18, 36,55, 42,85, 46,60, 54,01 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{G}^{-1}$ respectivamente).

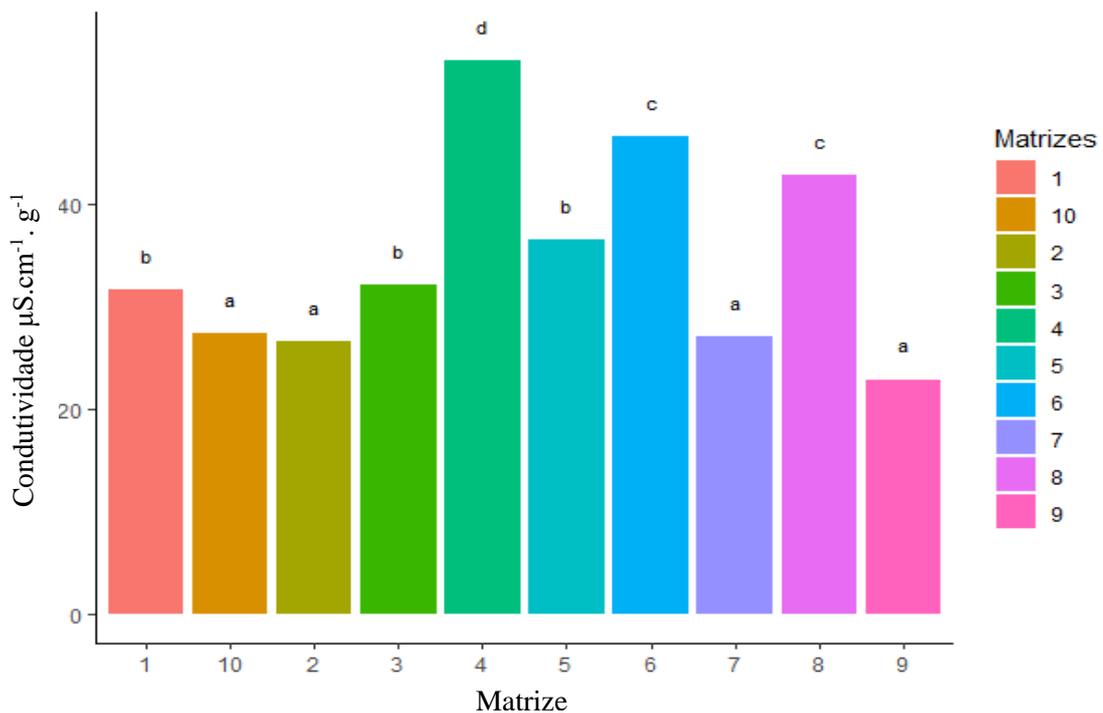


Figura 10. Teste de médias sobre a condutividade elétrica realizada em 10 matrizes de *Schinus terebinthifolia*. Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Marcos Filho (2015), o teste de condutividade elétrica é considerado eficaz na avaliação do vigor de sementes de diferentes espécies. Enquanto os testes de germinação visam verificar a viabilidade das sementes, os testes de vigor têm como objetivo identificar variações no estado de deterioração de sementes que aparentam ter o mesmo potencial germinativo. Isso permite estimar sua capacidade de armazenamento e a emergência de plântulas (FRANZIN et al., 2004).

5.2. Teste de progênies de meios irmãos de polinização aberta em mudas submetida a ambiente distintos.

A tabela 2 exibe os componentes de variação de todas as variáveis analisadas. Com estes resultados, foi possível avaliar o coeficiente de variação genética (CV_{gi}%), onde as variáveis Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (%E), sobrevivência (SOB) e massa seca da raiz (MSR) expressaram as maiores médias das avaliações (59,05, 54,27, 41,71 e 41,05 respectivamente). Em contrapartida, as demais

Tabela 2. Componentes de Variância (C.V.) e análise do teste de progênie de *Schinus terebinthifolia* em diferentes ambientes.

C.V.	IVE	TME	%E	H	DC	CR	SOB	NF	VIGOR	CLORA	CLORB	IE	MSPA	MSR
Vg	0,0019	3,0128	35,2065	1,2980	1,6473	0,0143	0,0735	0,2663	0,0018	2,5057	0,2566	1366,9	0,1365	5,1402
Vint	0,0060	0,1256	2,0086	113,41	2,4799	0,4435	0,0347	5,1121	0,1129	0,0813	0,0286	2120,2	0,5038	28,650
Ve	0,0021	51,04	32,60	440,87	582,79	9,6627	0,0814	148,09	0,5522	26,4050	7,1215	9008,9	216,88	8,5618
Vf	0,0041	54,17	69,81	555,58	586,92	10,1206	0,1896	153,47	0,6671	28,9921	7,4068	12496	217,52	42,352
h²_g	0,463+-	0,055+-	0,504+-	0,002+-	0,002+-	0,001+-	0,387+-	0,001+-	0,002+-	0,086+-	0,034+-	0,109+-	0,006+-	0,121+-
	0,1375	0,0534	0,1435	0,120	0,0131	0,0094	0,1258	0,0103	0,0132	0,0729	0,0462	0,0808	0,0061	0,0851
c²int	0,0143	0,0023	0,0287	0,2041	0,0042	0,0438	0,1831	0,0333	0,1693	0,0028	0,0038	0,1696	0,0023	0,6764
ACU	0,9163	0,6344	0,9150	0,08923	0,1549	0,07667	0,8343	0,1046	0,1125	0,6539	0,4929	0,6023	0,0533	0,4743
rgloc	0,9700	0,9599	0,9460	0,0113	0,3991	0,0314	0,6791	0,0495	0,0164	0,9685	0,8995	0,3919	0,2132	0,1521
CVgi%	59,0591	9,8124	54,2740	1,5180	15,5997	1,0216	41,7144	1,7776	2,5819	4,4414	6,5529	8,9802	2,6933	41,059
CVe%	62,7012	40,3873	52,2267	27,9763	293,41	26,4820	43,8991	41,9144	44,1639	14,4180	34,5209	23,054	107,32	52,990
Média geral	0,0742	17,6893	10,9325	75,0528	8,2276	11,7381	0,6499	29,0344	1,6826	35,6400	7,7304	411,70	13,721	5,5218

C.V.: Componentes de variância: Índice de velocidade de Emergência (IVE); Tempo médio de Emergência (TME); Emergência (%E); Altura (H); Diâmetro do colo (DC); Coeficiente de Robustez (CR); Sobrevivência (SOB); Número de Folhas (NF); VIGOR; Clorofila A (CLORA); Clorofila B (CLORB); Índice Estomático (IE); Massa seca da Parte Aérea (MSPA); Massa seca da Raiz (MSR); Variância genotípica (Vg); Variância da interação genótipo x ambiente (Vint); Variância residual (Ve); Variância fenotípica individual (Vf); Herdabilidade individual no sentido amplo (h²_a); coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente (c²int); Acurácia (ACU); Correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes (rgloc); Coeficiente de variação genotípica aditiva individual (CVgi%); Coeficiente de variação residual (CVe%).

variáveis expressaram valores muito abaixo do esperado, como por exemplo as variáveis altura (H) e coeficiente de robustez, apresentando valores variando em torno de 1.

O coeficiente de variação genética é considerado como uma medida crítica na análise genética de uma população, pois revela a magnitude da variação, permitindo a previsão dos ganhos genéticos (KAGEYAMA, 1980). O coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente (c^2_{int}), apresentaram médias entre 0,0023 e 0,6764. Isso pode evidenciar que o ambiente não exerce influência, ou exerce o mínimo, no processo de germinação e estabelecimento das progênes.

A respeito do caráter com a maior herdabilidade individual no sentido amplo (h^2_g), a variável %E foi a que teve o maior valor, em torno de 0,504, sendo classificada como alta, segundo Resende (2015), ao estudar a herdabilidade a classifica em: baixo ($< 0,15$), intermediário (0,15 a 0,50) e alto ($\geq 0,50$). Já as variáveis IVE e SOB expressaram valores de 0,463 e 0,387 nesta ordem, tendo herdabilidade intermediária. As demais expressaram valores entre 0,001 a 0,121 sendo classificadas como herdabilidade baixa.

Na pesquisa genética, a herdabilidade desempenha um papel de previsão, indicando a proporção da influência do valor genético sobre o valor fenotípico (SILVA et al., 2013). Sendo usada como parâmetro para representar os ganhos genéticos das progênes, estimando a proporção da plasticidade fenotípica que é resultado do genótipo. Isso permite sua utilização na seleção genética (SILVA et al., 2018). Assim as características que apresentam alta herdabilidade indicam possíveis ganhos genéticos a serem explorados a partir da seleção com base nessas características. Seu valor está fortemente ligado à variabilidade genotípica de uma população e pode ser aumentado quando há uma maior diversidade genética e melhores condições experimentais, reduzindo o impacto da variação ambiental sobre a variação fenotípica total (CARIAS et al., 2016).

Foi observado valores altos de acurácia para o Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (%E) e sobrevivência (SOB) com médias em torno de 0,91 (IVE e %E) e 0,83 (SOB). Segundo Resende e Duarte (2007), para a seleção em melhoramento de plantas, valores de acurácia devem ser superiores a 70%. As outras variáveis obtiveram valores inferiores ao esperado, isso pode estar relacionado à quantidade de material analisado, uma vez que algumas progênes não apresentaram uma germinação eficiente. Essa situação pode estar ligada à viabilidade das sementes, o que pode ter influenciado também as demais avaliações realizadas.

A acurácia refere-se à correlação entre o valor genotípico real de um material genético e o valor previsto a partir de dados experimentais. A eficiência da avaliação genotípica deve ser avaliada com base na acurácia como referência. (KRAUSE et al., 2021).

As variáveis IVE, %E, TME, SOB, CLORA e CLORB, obtiveram valores altos para a correlação genotípica entre os ambientes (rgloc), sendo 0,97, 0,95, 0,94, 0,68, 0,96 e 0,89 respectivamente. Significando a inexistência da interação entre o genótipo x ambiente para esses caracteres. Correlações genotípicas entre os ambientes superiores a 0,67 são consideradas elevadas e indicam que as progênies avaliadas atendem de forma satisfatória e coerente às necessidades de todos os ambientes avaliados (RESENDE, 2002). Em relação a H, DC, CR, NF, VIGOR, IE, MSPA E MSR, expressaram valores baixos, indicando que a interação com o ambiente vem influenciando nesses caracteres.

O teste de razão de verossimilhança (LRT) por meio da análise de deviance, revelou diferenças significativas entre as progênies para os caracteres avaliados (Tabela 3). Essas diferenças demonstram a ocorrência de variabilidade genética entre as progênies, o que é desejável para fins de seleção (SANTOS, 2021).

Para o teste sem herdabilidade individual no sentido amplo com efeito genotípico (incompleto h^2), houve diferenças para as características IVE, %E e SOB indicando diferenças genéticas entre as progênies. Contribuindo assim no ranking de seleção entre os genótipos em resposta às variações ambientais avaliadas, sendo interessante para a seleção de genótipos adaptados.

Assim, os coeficientes de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente (incompleto c^2) apresentaram diferenças significativa as variáveis H com média 7, SOB com média 18,65, VIGOR com 4,63, IE com 4,74 e MSR apresentando 22,78. Essas diferenças entre os genótipos podem levar a uma seleção diferencial em resposta às variações ambientais presentes.

Os resultados demonstram que há uma notável variabilidade genética, tanto entre diferentes populações naturais quanto dentro delas. A abordagem ideal a ser adotada dependerá da avaliação do potencial de cada progênie para os caracteres específicos que se deseja explorar, levando em consideração suas características particulares, por exemplo (STURION; RESENDE, 2010).

Por meio dos componentes de variação do teste de progênie, foram observadas correlações genotípicas significativas e não significativas para os caracteres analisados (Tabela 4). A maior correlação genotípica foi entre o índice de velocidade

Tabela 3. Análise de deviance pelo teste de razão de verossimilhança (LRT) e parâmetros genéticos em 10 progênie de *Schinus terebinthifolia*, avaliados em dois ambientes.

	IVE	TME	%E	H	DC	CR	SOB	NF	VIGOR	CLORA	CLORB	IE	MSPA	MSR
completo	-851,58	716,90	883,68	831,40	846,91	399,64	-183,76	698,99	94,20	512,62	365,20	1208,99	764,02	450,82
Incompleto (genótipo h²)	-838,23	718,86	896,56	831,40	846,91	399,63	-179,03	698,98	94,20	514,97	365,64	1209,68	764,02	450,97
LRT (h²)	13,35*	1,96 ^{ns}	12,88*	0 ^{ns}	0 ^{ns}	0,01 ^{ns}	4,73*	0,01 ^{ns}	0 ^{ns}	2,35 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Incompleto (ambiente c²)	-829,12	716,90	868,30	838,40	846,91	400,31	-158,26	699,36	98,83	512,62	365,20	1213,73	764,02	473,60
LRT (c²)	0,26 ^{ns}	0 ^{ns}	1,1 ^{ns}	7*	0 ^{ns}	0,67 ^{ns}	18,65*	0,37 ^{ns}	4,63*	0 ^{ns}	0 ^{ns}	4,74*	0 ^{ns}	22,78*

Índice de velocidade de Emergência (IVE); Tempo médio de Emergência (TME); Emergência (%E); Altura (H); Diâmetro do colo (DC); Coeficiente de Robustez (CR); Sobrevivência (SOB); Número de Folhas (NF); VIGOR; Clorofila A (CLORA); Clorofila B (CLORB); Índice Estomático (IE); Massa seca da Parte Aérea (MSPA); Massa seca da Raiz (MSR); com herdabilidade individual no sentido restrito (completo); sem herdabilidade individual no sentido restrito com efeito genotípico (incompleto h²); sem herdabilidade individual no sentido restrito com efeito do ambiente (incompleto c²). *significativo a 5 % via teste LRT; ^{ns} não significativo a 5% via teste LRT. Grau de liberdade 1, valor 3.84.

Tabela 4. Correlação genotípica entre os caracteres em teste de progênie de *Schinus Terebithifolius* avaliados em dois ambientes.

	IVE	TME	%E	H	DC	CR	SOB	NF	VIGOR	CLORA	CLORB	IE	MSPA	MSR
IVE	1	-0,6737	0,9963	0,0928	-0,2928	0,2780	0,8804	0,1827	0,2767	-0,2692	-0,4094	0,1366	0,1154	-0,5413
TME	-	1	-0,6151	-0,0236	0,5374	0,0076	-0,5240	-0,2017	-0,3945	0,1301	-0,2375	0,1238	-0,5437	0,3212
%E	-	-	1	0,0747	-0,2631	0,2923	0,8947	0,1428	0,2493	-0,2619	-0,4583	0,1532	0,0496	-0,5556
H	-	-	-	1	0,0031	0,7552	0,0888	0,8728	0,7582	0,3971	0,1660	0,4947	0,6313	0,2174
DC	-	-	-	-	1	0,2808	-0,2994	-0,0745	-0,2269	-0,1694	-0,3752	-0,1620	-0,3069	0,1158
CR	-	-	-	-	-	1	0,3228	0,5356	0,7383	0,3225	-0,1759	0,3531	0,2867	0,0326
SOB	-	-	-	-	-	-	1	0,0736	0,2248	-0,0907	0,3523	0,3846	-0,0505	-0,7901
NF	-	-	-	-	-	-	-	1	0,5703	0,2290	0,2222	0,4358	0,7318	0,1021
VIGOR	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,4360	0,2597	0,3135	0,6987	0,2610
CLORA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,6818	0,3948	0,4530	0,1508
CLORB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,0367	0,6810	0,2169
DE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,1418	-0,3383
MSPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,2617
MSR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Componentes de variância: Índice de velocidade de Emergência (IVE); Tempo médio de Emergência (TME); Emergência (%E); Altura (H); Diâmetro do colo (DC); Coeficiente de Robustez (CR); Sobrevivência (SOB); Número de Folhas (NF); VIGOR; Clorofila A (CLORA); Clorofila B (CLORB); Índice Estomático (IE); Massa seca da Parte Aérea (MSPA); Massa seca da Raiz (MSR).

de emergência (IVE) x emergência (%E) expressando o maior valor entre as médias (0,99).

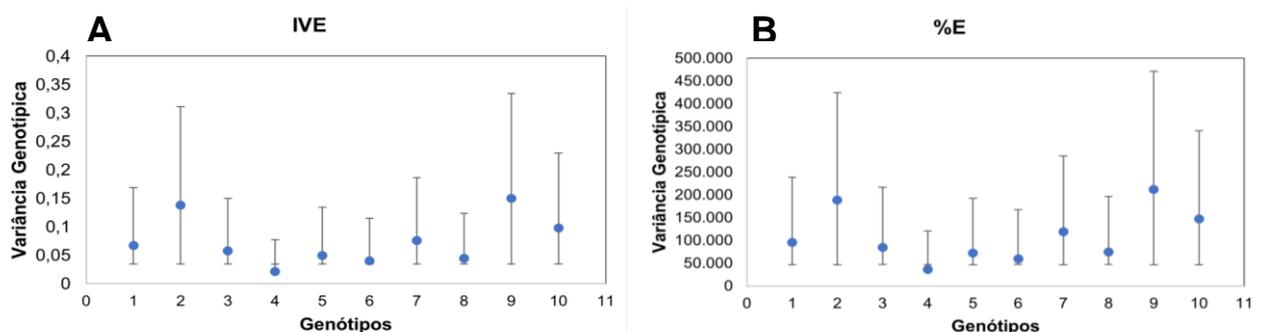
Na faixa acima de 0,60 as correlações entre sobrevivência (SOB) x emergência (%E) (0,89), sobrevivência (SOB) x índice de velocidade de emergência (IVE) (0,88), número de folhas (NF) x altura (H) (0,87), coeficiente de robustez (CR) x altura (H) (0,75), altura (H) x VIGOR (0,75), coeficiente de robustez (CR) x VIGOR (0,73), número de folha (NF) x massa seca da parte aérea (MSPA) (0,73), VIGOR x massa seca da parte aérea (MSPA) (0,69), clorofila B (CLORB) x clorofila A (CLORA) (0,68), clorofila B (CLORB) x massa seca da parte aérea (MSPA) (0,68) e altura (H) x massa seca da parte aérea (MSPA) (0,63).

Uma correlação positiva como por exemplo a altura e o número de folhas, podem significar que as plantas mais altas, tendem a ter mais folhas, o que acaba facilitando o melhoramento e a seleção, já que uma ação em uma característica tende a ter efeitos positivos em outras características associadas, facilitando principalmente as características de difícil obtenção, por meio da seleção indireta.

Já os valores negativos da correlação genética, indica que à medida que uma característica aumenta geneticamente, a outra tende a diminuir. Como é o caso da correlação TME x IVE (-0,67), quanto maior for o tempo para a emergência da plântula menor será a sua velocidade de estabelecimento.

A figura 11, demonstra os limites de confiança dos valores genéticos. As matrizes M2, M7, M9 e M10 exibiram as variâncias mais significativas em relação ao IVE, %E e SOB. Por outro lado, a matriz M4 demonstrou a maior variação na MSR. As demais características apresentaram baixa variância, sugerindo que os ambientes investigados não exercem influência significativa na expressão desses atributos.

Em estudos realizados por Cruz et al. (2022), os autores relatam a importância da variação genética dentro de uma população, para programas de melhoramento genético em espécies de interesse econômico. Essa diversidade genética, possibilita a seleção criteriosa de indivíduos melhor adaptados às condições ambientais específicas, contribuindo para o aprimoramento das características desejáveis da espécie.



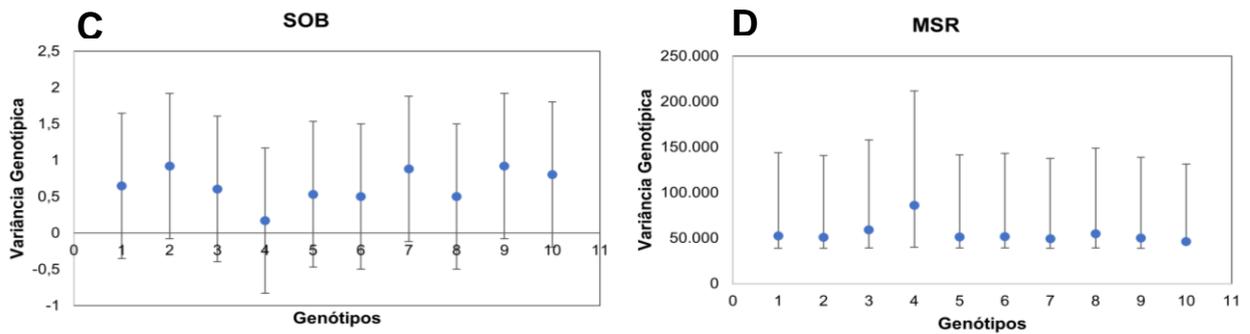


Figura 11. Intervalo de confiança dos valores genotípicos preditos no teste de progênie de *Schinus terebinthifolia* em diferentes ambientes. **A-** Índice de velocidade de Emergência (IVE); **B-** Emergência (%E); **C-** Sobrevivência (SOB); **D-** Massa seca da Raiz (MSR).

Com o uso do Índice de rank médio de Mulamba e Mock foi adquirido o ordenamento das progênies com melhor desempenho (Tabela 5). Observou-se que as matrizes M9 e M2 alcançaram as melhores médias em relação aos genótipos, ficando a M9 na primeira posição, sendo considerada a melhor progênie testada.

Tabela 5. Seleção de Matrizes por ranqueamento de genótipos em teste de progênie de *Schinus terebinthifolia* submetidos a condições ambientais.

Ordem	Genitor	Rank-Médio
1	M9	1.3333
2	M2	1.6667
3	M10	3.3333
4	M7	3.6667
5	M1	5.0000
6	M3	6.0000
7	M5	7.0000
8	M8	8.3333
9	M6	8.6667
10	M4	10.0000

Foi considerado as características que obtiveram acurácia acima de 70% e que os resultados de deviance tenham sido significativos.

Segundo Santos (2021), o Índice de rank médio de Mulamba e Mock possibilita a seleção de genótipos superiores com base nas características avaliadas. Também foi observado que essas matrizes expressaram os melhores valores no teste de viabilidade (Figura 10), e na variância genotípica com os limites de confiança (Figura 11). Sendo capazes de contribuir com ganhos genéticos significativos em programas de melhoramento.

Em contrapartida as progênies M4 e M6 apresentaram os piores desempenhos, ficando a M4 na pior posição, sendo observado a partir de suas presenças nas piores classificações segundo o Índice de rank médio de Mulamba e Mock. Esses resultados podem estar relacionados com a qualidade fisiológica das sementes dessas matrizes, segundo o teste de viabilidade, por apresentarem baixos índices germinativos, influenciando em todos os outros caracteres avaliados.

Contudo, a realização de experimentos em diferentes condições é uma técnica amplamente utilizada em programas de melhoramento genético, devido à interação entre o genótipo x ambiente. Isso resulta em desempenhos diferentes dos genótipos em diferentes locais (RAMALHO et al., 2012).

6. CONCLUSÕES

Há diferença significativa na qualidade fisiológica de sementes nas progênies estudadas, apenas as matrizes M9, M2, M7 e M10, apresentaram-se viáveis.

Não há diferença no teste de progênies com sementes de *S. terebinthifolia* nos dois ambientes testados, sol pleno e casa de sombra. Sendo demonstrado pelos valores apresentados pelo coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente (c^2_{int}) e pela correlação genotípica entre os ambientes (rg_{loc}).

Devido aos parâmetros genéticos das progênies em estudo, foi possível identificar diferenças genéticas entre as matrizes, utilizando como princípio as características que tiveram acurácia acima de 70% e que foram significativas na análise de deviance, sendo elas: IVE, %E e SOB. Usando a média de classificação de Mulamba e Mock, as matrizes com os melhores materiais genéticos são a M9 e M2.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D. C. Z.; PINTO, F. S.; SANTOS, P.; MEDEIROS, A. C. DE S. TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE AROEIRA-VERMELHA (*Schinus terebinthifolia*) RADDI. VI Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas, 2020.

CARIAS, C. M. O. M.; GRAVINA, G. A.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; VIVAS, M.; VIANA, A. P. Predição de ganhos genéticos via modelos mistos em Progenies de café conilon. **Coffee Science**, v. 11, n. 1, p. 39-45, 2016.

CARLINI, E. A.; DUARTE-ALMEIDA, J. M. RODRIGUES, E.; TABACH, R. Antiulcer effect of the pepper trees *Schinus terebinthifolia* Raddi (aroeira-da-praia) and *Myracrodruon urundeuva* Allemão, Anacardiaceae (aroeira-do-sertão). **Rev. Bras. Farm.**, v.20, n.2, p.140-146, 2010.

CARVALHO, F. I. F.; SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; MARCHIORO, V. S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel, 2001. 99p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v.1).

CLEMENT, C. R. Melhoramento de espécies nativas. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Eds.). **Recursos genéticos e melhoramento - plantas**. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso - Fundação MT, Rondonópolis, MT. 2001. p.423-441.

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Nordeste. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. – Brasília, DF: MMA, 2018.

COSTA, R.B.D.; RESENDE, M.D.V.D.; GONÇALVES, P.D.S.; CHICHORRO, J.F.; ROA, R.A.R. Variabilidade genética e seleção para caracteres de crescimento da seringueira. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 299-305, 2008.

CRUZ, A. C.; BARROSO, P. A.; DIAS, B. A.; SILVA, S. C.; LIMA, J. S. Diversidade genética entre progênies meios-irmãos de mogno africano por meio de caracteres qualitativos utilizando algoritmos de gower e escalonamento multidimensional. In: MEDEIROS, A. M.; BIAGIOTTI, D.; SANTOS, N. P. S.; BARROSO, P. A.; BRITO, R. R. Livro de Resumos: II Mostra Científica de Estatística e I Encontro de Melhoramento Genético, **In vivo**, p.11-17, 2022.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, Viçosa, Brasil, 2012, 514p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 279 p.

FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; WRASSE, C. F. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 63-69, 2004.

FREITAS, M. B. F.; COSTA, R. R. G. F. Estimativas de variância genética entre e dentro de progênies de pitanga-vermelha. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 08, n. 03, p. 78-86, 2015.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E. Formação de pomar de sementes a partir da seleção dentro de teste progênies de *Myracrodruon urundeuva*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 65-72, 2007.

GAUCH, H. G. A Simple Protocol for AMMI Analysis of Yield Trials. **Crop Science**, v. 53, n. 5, p. 1860-1869, 2013.

GOMES, L. J.; SILVA-MANN, R.; MATTOS, P. P.; RABBANI, A. R. C. **Pensando a biodiversidade: aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi.)**. São Cristóvão: Editora UFS, 2013. 372 p.

GOMES, R. B. A.; SOUZA, E. S.; BARRAQUI, N. S. G.; TOSTA, C. L.; NUNES, A. P. F.; SCHUENCK, R. P.; RUAS, F. G.; VENTURA, J. A.; FILGUEIRAS, P. R.; KUSTER, R. M. Residues from the Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolia* Raddi) processing industry: Chemical profile and antimicrobial activity of extracts against hospital bacteria. **Industrial Crops and Products**, v. 143, p. 111430, 2020.

KAGEYAMA, P. Y. **Varição genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. 125 f. 1980. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

KAWECKI, T. J.; EBERT, D. Conceptual issues in local adaptation Ecology Letters John Wiley & Sons, Ltd, 1 dez. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00684.x> . Acesso em: 8 dez. 2023.

KRAUSE, D. P.; FACHI, L. R.; DALBOSCO, E. Z.; CAMPOS, T. N. V.; FREITAS, A. P.; LIMA, K. S.; KRAUSE, W. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de maracujazeiro via metodologia REML/BLUP. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 5, p. 42–48, 2021.

LÁZARO-LOBO, A. HERRERA, M.; CAMPOS, J. A.; CAÑO, L.; GOÑI, E.; ERVIN, G. N. Influence of local adaptations, transgenerational effects and changes in offspring's saline environment on *Baccharis halimifolia* L. under different salinity and light levels. **Environmental and Experimental Botany**, v. 177, p. 104134, 1 set. 2020.

LENZI, M.; ORTH, I. A. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifoliaraddi*). Florianópolis-SC, Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 198-201, 2004.

MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA NETO, J. F. P. Análise genética em genótipos de manga rosa via REML/BLUP. **Revista Agrotecnologia**, v. 1, n. 5, p. 1-16, 2014.

MARCHIORI, J.N.C. **Elementos de dendrologia**. 3. ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2013.
MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates; 2015. 660 p.

MORAES, M. A.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M. Variação genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antônio- SP. **Revista do Instituto Florestal**. v. 19, n. 2, p. 113-118, 2007.

NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. M.; GOMES, J. B. V.; RUAS, F. G.; VENTURA, J. A. **Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolia* Raddi) para produção de pimenta-rosa**. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. 24 p.

OLIVEIRA JUNIOR, L. F.G.; SANTOS, R. B.; REIS, F. O.; MATSUMOTO, S. T.; BISPO, W. M. S.; MACHADO, L. P.; OLIVEIRA, L. F. M. Efeito fungitóxico do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolia* RADDI) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. **Rev. Bras. Plantas Med.**, v.15, n.1, p.150-157, 2013.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. 2019.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2012.

RESENDE, M. D. V. DE. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo. Embrapa Florestas. 2007. 561p.

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359 p.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.16, p.330-339, 2016.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 182–194, 2007.

RESENDE, M. D. V.; FERNANDES, J.S.C. Procedimento BLUP individual para delineamentos experimentais aplicados ao melhoramento florestal. **Revista de matemática e Estatística**, v. 17, p. 87-109, 1999.

RESENDE, M. D. V.; PRATES, D. F.; YAMADA, C. K.; JESUS, A. Estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em pinus. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 32-33, p. 23-42, 1996.

RESENDE, M. D. V.; SOUZA, S.M.; HIGA, A.R.; STEIN, P.P. Estudo da variação genética e métodos de seleção em teste de progênies de *Acácia mearnsii* no Rio Grande do Sul. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.22/23, p.45-59, 1991

ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 964-971, 2012.

RUAS, F. G. **SELEÇÃO DE GENÓTIPOS, MANEJO E PERFIL QUÍMICO DE AROEIRA (*Schinus terebinthifolia* Raddi.) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.** 2016, 142f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

SALES, M. D. C.; SALES, M. C.; RUAS, F. G.; MEIRA, D. D.; VENTURA, J. A. *SCHINUS TEREBINTHIFOLIA*: TRADIÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA EXTRAÇÃO E FITOQUÍMICA DE DIFERENTES GENÓTIPOS E O IMPACTO NA QUALIDADE. *In*: CASCTRO, L. H. A.; MORETO, F. V. C.; PEREIRA, T. T. Problemas e Oportunidades da Saúde Brasileira 2. **Atena Editora**, 2020. p. 159-171.

SANTOS, P. C. S. **Divergência genética em progênies de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. via análise digital de imagens e estresse salino em sementes.** 113f, 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, p. 113, 2021.

SAUL, F. A. C.; PUPIN, S.; SATO, L. M.; ZULIAN, D. F.; RIVA, L. C.; CAMBUIM, J.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T. Evaluation of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. progenies for different planting systems aiming at genetic conservation. **Revista do Instituto Florestal**, v. 33, n. 2, p. 172-181, 2021.

SEBBENN, A. M.; PONTINHA, A. A. S.; FREITAS, S. A.; FREITAS, J. A. Variação genética em cinco procedências de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no sul do estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 16 p. 91-99, 2004.

SEGATTO, F. B.; BISOGNIN, D. A.; BENEDETTI, M.; COSTA, L. C.; RAMPELOTTO, M. V.; NICOLOSO, F. T. Técnica para o estudo da anatomia da epiderme foliar de batata. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1597-1601, 2004.

SILVA, K. J.; MENEZES, C. B.; TARDIN, F. D.; EMYGDIO, B. M.; DE SOUZA, V. F.; DE CARVALHO, G. A.; DA SILVA, M. J. Selection of sorghum hybrids cultivated in summer in three locations. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 1, p. 44–53, 2013.

SILVA, L. G. C. DA; MOREIRA, J. F. L.; HOLANDA, H. B. B.; ROCHA, E. L. B.; DIAS, P. C. Evaluation of carnauba progenies and estimates of genetic parameters in the juvenile phase. **Revista Caatinga**, v. 31, p. 917–925, 2018.

SILVA, P. T.; AZEVEDO, F. R. P.; DIAS, F. M. F.; LIMA, M. C. L.; RODRIGUES, T. H. S.; SOUZA, E. B.; BANDEIRA, P. N.; SANTOS, H. S.; Composição Química do Óleo Essencial Extraído das Folhas dos Indivíduos Macho e Fêmea e Frutos de *Schinus terebenthifolius*. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 1, p. 180-189, 2019.

SILVA-LUZ, C.L.; PIRANI, J.R.; PELL, S.K.; MITCHELL, J.D. *Anacardiaceae in Flora do Brasil 2020*. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15471>>. Acesso em: 8 fev. 2023.

SILVEIRA, L. C. I. DA et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 42, n. 4, p. 2012, 2012.

SOUZA, D. C. L. S.; FERREIRA, R. A.; SILVA-MANN, R.; GOMES, L. J.; OLIVEIRA, A. S.; ALMEIDA, T. S. Produção de Frutos. In: GOMES, L. J.; SILVA-MANN, R. MATTOS, P. P.; RABBANI, A. R. C. Pensando a biodiversidade: aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi.). Editora UFS, 2013, p. 200-206.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Avaliação genética e análise de *deviance* em um teste desbalanceado de procedência e progênie de *Ilex paraguariensis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 62, p. 157-160, 2010.

TORRES, F. E.; TEODORO, P. E.; SAGRILO, E. CECCON, G. CORREA, A. M. Interação genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos. **Bragatia**, v. 74, n. 3, p. 255-260, 2015.

TRIGUEIRO, R. M; GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, v.38, n.4, p.657-665, 2014.

TUNG, E. S. C.; FREITAS, M. L. M.; FLORSHEIM, S. M. B.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; SANTOS, F. W.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética para caracteres silviculturais e anatômicos da madeira em progênies de *Myracrodruon urundeuva* (ENGLER) FR. ALLEM. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 499-508, 2010.

VENCOSVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S.
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.