



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FRANCISCO EDISLAN GURGEL DIÓGENES

TESTE DE ESPÉCIES ARBÓREAS PARA CULTIVO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS

MOSSORÓ-RN

2019

FRANCISCO EDISLAN GURGEL DIÓGENES

TESTE DE ESPÉCIES ARBÓREAS PARA CULTIVO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Sede, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Profº. Dr. Carlos José da Silva – UFERSA.

MOSSORÓ-RN

2019

DD591 Diógenes, Francisco Edislan Gurgel.
t Teste de espécies arbóreas para cultivo em
 regiões semiáridas / Francisco Edislan Gurgel
 Diógenes. - 2019.
 55 f. : il.

 Orientador: Carlos José da Silva.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Florestal, 2019.

 1. Adaptabilidade . 2. Melhoramento Florestal.
3. Produção Florestal. I. Silva, Carlos José da,
orient. II. Título.

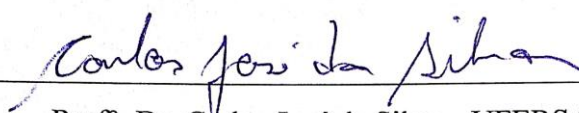
FRANCISCO EDISLAN GURGEL DIÓGENES

TESTE DE ESPÉCIES ARBÓREAS PARA CULTIVO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Sede, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal.

APROVADO EM: 15 de março de 2019

BANCA EXAMINADORA



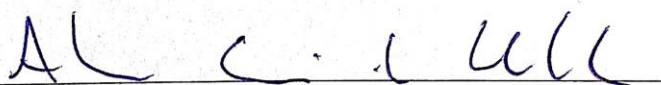
Prof^o. Dr. Carlos José da Silva – UFERSA

Presidente



Prof^a. Dra. Poliana Coqueiro Dias Araujo – UFERSA

Primeiro Membro



Prof^o. Dr. Alan Cauê de Holanda – UFERSA

Segundo Membro

Aos meus pais, José Edinir Diógenes (meu exemplo de força) e Mirian Batista Gurgel Diógenes (meu exemplo de fé).

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu refúgio e fortaleza, por me ouvir, acalmar e abençoar. À minha família, por todo apoio, compreensão e amor. Agradeço imensamente aos meus pais (“Zé Dinir” e Mirian), meus irmãos (Mirianne e Felipe), meu cunhado (Reginaldo), meus sobrinhos (Thales, Davi e Marianne) e a minha tia (“Tiá”), por terem travado essa luta comigo.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e ao Curso de Engenharia Florestal, pelas oportunidades de aprendizado e crescimento ao longo destes cinco anos. Em especial, os professores Poliana, Pompeu, Rejane e Vinicius, pelos ensinamentos transmitidos. Sou muito grato pela oportunidade de ter trabalhado e aprendido tanto com cada um de vocês. Agradeço, ainda, ao professor Carlos, pela atenção, cuidado e disponibilidade nestes últimos momentos. Obrigado por me adotar!

À professora e orientadora Dra. Poliana Coqueiro Dias Araujo, por ter sido a responsável por me auxiliar e amparar durante essa jornada, além de ser, digo honesta e verdadeiramente, o ser humano mais paciente e sereno que tive o prazer de conhecer nesta universidade. Tenho grande respeito e admiração pela pessoa e profissional que a senhora é. Obrigado por me apresentar a esta área tão desafiadora, porém apaixonante, da Engenharia Florestal.

A todos aqueles que contribuíram, de forma direta ou indireta, nas fases de implantação, manutenção e avaliação do experimento, em especial aos professores Alan e Poliana, aos colegas e amigos (Amália, Cherlivan, Cirilo, Cleyton, Ewerton, Giliarde, Gleydson, Juliana, Keverson, Lohany, Lurdes e Tallyta) e aos funcionários terceirizados da UFERSA, em nome do Sr. Antônio.

Aos meus amigos, sejam eles de Jaguaribe-CE, de Mossoró-RN, da Escola, da Universidade, do Apartamento, da Vida ou das Farras, obrigado por todos os momentos. Em especial: Alexandre, Cherlivan, Cleiton, Cíntia, Cyntia, David, Eryques, Gutierrez, Hellanny, Hohana, Juliana, Keverson, Lionel, Lohany, Mary, Mikaelly, Murilio, Nagela, Priscilla, Samuel, Santhiago, Tallyta, Tyrone, Vitor, Vitória, Wendew e Will.

A todos, muito obrigado!

*“(...) meu torrão amado,
Munto te prezo, te quero.
E vejo qui os teus mistéro
Ninguém sabe decifrá.
A tua beleza é tanta,
Qui o poeta canta, canta,
E inda fica o qui cantá. ”*

(Patativa do Assaré)

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a adaptabilidade, sobrevivência e desenvolvimento inicial de espécies florestais sob condições edafoclimáticas da região semiárida do Estado do Rio Grande do Norte. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada na zona rural de Mossoró-RN, sob delineamento experimental de blocos completos casualizados, composto de 4 repetições, com 7 espécies por repetição e 16 plantas por parcela, espaçadas a 3 m x 2 m, totalizando 448 indivíduos das espécies *Acacia mangium* (Acácia), *Eucalyptus camaldulensis* (Eucalipto), *Libidibia ferrea* (Pau-Ferro), *Mimosa caesalpinaefolia* (Sabiá), *Moringa oleifera* (Moringa), *Poincianella pyramidalis* (Catingueira) e *Tectona grandis* (Teca). Realizou-se duas avaliações, aos 6 e 9 meses após a implantação do experimento, em que foram coletados dados de altura total, diâmetro da base e sobrevivência e, posteriormente, processados e analisados a partir dos softwares SELEGEN e SISVAR. Diante dos resultados, as estimativas de herdabilidade individual no sentido amplo foram altas para altura total (*Ht*) e diâmetro da base, variando de 65,00% a 78,30% e 80,20% a 83,30%, da primeira para a segunda avaliação, respectivamente, compreendendo-se que o controle genético das características avaliadas é alto e que a seleção destes indivíduos é possível e ocasionariam elevado ganho genético. No que se refere a *Ht*, as espécies Moringa e Eucalipto obtiveram melhor desempenho para as duas avaliações, com ganho genético predito da ordem de 70,43% e 63,04%, respectivamente. Os resultados de diâmetro da base evidenciam que houve diferença estatística entre as espécies e que a Moringa obteve o melhor desempenho, destacando-se como superior, em que o ganho genético predito chega a 103,88%. Para esta mesma variável, destacam-se as espécies Teca, Eucalipto e Acácia, que apresentaram ganho genético de 63,99%, 49,03% e 39,34%, respectivamente. Em ambos caracteres, altura total e diâmetro da base, as espécies Catingueira e Pau-Ferro apresentaram o desempenho inferior. Assim, pode-se concluir que a Moringa apresentou desempenho superior para todas as características avaliadas, demonstrando sua positiva adaptabilidade e desenvolvimento nas condições avaliadas; e que Acácia, Eucalipto, Sabiá e Teca obtiveram desempenho positivo, sendo sugerido a continuidade da experimentação com a aplicação de testes de procedências e/ou testes de progênes, para que seja possível validar o seu desempenho e assegurar o investimento na produção florestal destas em regiões semiáridas.

Palavras-Chave: Adaptabilidade. Melhoramento Florestal. Produção Florestal.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the adaptability, survival and initial development of forest species under edaphoclimatic conditions of the semi-arid region of the State of Rio Grande do Norte. The experiment was conducted at the Rafael Fernandes Experimental Farm, located in the rural area of Mossoró-RN, under a randomized complete block design, composed of 4 replicates, with 7 species per replicate and 16 plants per plot, spaced 3 m x 2 m, totaling 448 individuals of the species *Acacia mangium* (Acácia), *Eucalyptus camaldulensis* (Eucalipto), *Libidibia ferrea* (Pau-Ferro), *Mimosa caesalpiniaefolia* (Sabiá), *Moringa oleifera* (Moringa), *Poincianella pyramidalis* (Catingueira) e *Tectona grandis* (Teca). Two evaluations were performed at 6 and 9 months after the implementation of the experiment, in which total height, lap diameter and survival data were collected and the processed and analyzed using SELEGEN and SISVAR software. Considering the results, estimates of individual heritability in the broad sense were high for total height (*Ht*) and lap diameter, ranging from 65.00% to 78.30% and 80.20% to 83.30%, from the first to the second evaluation, respectively, understanding that the genetic control of the characteristics evaluated is high and that the selection of these individuals is possible and would cause high genetic gain. In relation to *Ht*, the Moringa and Eucalipto species obtained better performance for the two evaluations, with a predicted genetic gain of 70.43% and 63.04%, respectively. The results showed that there was a statistical difference between the species and that Moringa obtained the best performance, standing out as higher, in which the predicted genetic gain reaches 103.88%. For this same variable, we highlight the species Teca, Eucalipto and Acácia, which had a genetic gain of 63.99%, 49.03% and 39.34%, respectively. In both characters, total height and lap diameter, the Catingueira and Pau-Ferro species presented bottom performance. Thus, it can be concluded that Moringa presented higher performance for all evaluated characteristics, demonstrating its positive adaptability and development in the evaluated conducts; and that Acácia, Eucalipto, Sabiá and Teca obtained a positive performance, suggesting the continuity of experimentation with the application of provenance tests and/or progeny tests, so that it is possible to validate their performance to ensure the investment of these forests in semi-arid regions.

Keywords: Adaptability. Forest Improvement. Forest Production.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Área da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN: A – Área antes da implantação do experimento; B – Realização da adubação de base; e C – Realização do plantio das mudas	16
Figura 2. Esquema de distribuição das espécies em campo, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN	17
Figura 3. Experimento aos 3 meses após a implantação, em área Experimental da Fazenda Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN	41
Figura 4. Experimento aos 6 meses após a implantação, em área Experimental da Fazenda Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN	41
Figura 5. Experimento aos 9 meses após a implantação, em área Experimental da Fazenda Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química da amostra de solo na profundidade 0-20 cm da área na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN	15
Tabela 2. Dados meteorológicos médios de temperatura do ar (°C) e de chuva total (mm) para a Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN, no período de maio de 2018 a fevereiro de 2019	16
Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres sobrevivência (<i>Sob</i>), altura total (<i>Ht</i>) e diâmetro da base (<i>Dia</i>) para as espécies <i>Acacia mangium</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>Libidibia ferrea</i> , <i>Mimosa caesalpinaefolia</i> , <i>Moringa oleifera</i> , <i>Poincianella pyramidalis</i> e <i>Tectona grandis</i> , nas avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses) na região semiárida	20
Tabela 4. Análise estatística das espécies <i>Acacia mangium</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>Libidibia ferrea</i> , <i>Mimosa caesalpinaefolia</i> , <i>Moringa oleifera</i> , <i>Poincianella pyramidalis</i> e <i>Tectona grandis</i> , para o caractere Altura total (<i>Ht</i>), em metros, nas avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses)	22
Tabela 5. Classificação genética das espécies <i>Acacia mangium</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>Libidibia ferrea</i> , <i>Mimosa caesalpinaefolia</i> , <i>Moringa oleifera</i> , <i>Poincianella pyramidalis</i> e <i>Tectona grandis</i> , para o caractere altura total (<i>Ht</i>), em metros, por seus valores genotípicos e ganhos preditos, para as avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses)	23
Tabela 6. Análise estatística das espécies <i>Acacia mangium</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>Libidibia ferrea</i> , <i>Mimosa caesalpinaefolia</i> , <i>Moringa oleifera</i> , <i>Poincianella pyramidalis</i> e <i>Tectona grandis</i> , para o caractere Diâmetro da base (<i>Dia</i>), em centímetros, nas avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses)	25
Tabela 7. Classificação genética das espécies <i>Acacia mangium</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>Libidibia ferrea</i> , <i>Mimosa caesalpinaefolia</i> , <i>Moringa oleifera</i> , <i>Poincianella pyramidalis</i> e	

<i>Tectona grandis</i> , para o caractere diâmetro (<i>Dia</i>), em centímetros, por seus valores genotípicos e ganhos preditos, para as avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses)	26
---	----

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. TESTE DE ESPÉCIES.....	3
2.2. SELEÇÃO DE ESPÉCIES PARA COMPOSIÇÃO DE TESTE DE ESPÉCIES	4
2.3. ESPÉCIES EM ESTUDO	4
2.3.1. <i>Acacia mangium</i>	4
2.3.2. <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	5
2.3.3. <i>Libidibia ferrea</i>	6
2.3.4. <i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	6
2.3.5. <i>Moringa oleifera</i>	7
2.3.6. <i>Poincianella pyramidalis</i>	8
2.3.7. <i>Tectona grandis</i>	9
2.4. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE.....	10
2.5. SELEÇÃO GENÉTICA.....	11
2.5.1. Seleção Precoce.....	12
2.6. SELEÇÃO GENÉTICA PARA REGIÕES DO SEMIÁRIDO.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. ÁREA EXPERIMENTAL	15
3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	17
3.3. COLETA DE DADOS	18
3.4. ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E ESTATÍSTICAS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXO A – ÁREA EXPERIMENTAL.....	41

1. INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro o uso da madeira é destinado principalmente a produção energética. Estima-se que no ano de 2006 houve um montante de 34,5 milhões de esteres comercializados na região Nordeste do Brasil. Em que apenas uma pequena parcela deste valor teve como fonte o manejo florestal sustentável e os plantios florestais, sendo, portanto, o desmatamento a principal fonte de abastecimento energético, originando em torno de 80% da lenha e carvão produzidos no Nordeste, evidenciando a necessidade de mudança deste atual padrão de atendimento a demanda energética (RIEGELHAUPT; PAREYN, 2010).

Em vista da demanda madeireira existente na região, estudos objetivando o reflorestamento do Nordeste, seja com espécies exóticas, em que se tem destaque principalmente o uso de híbrido das espécies *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus pellita* e *Eucalyptus tereticornis* devido apresentarem características de tolerância ao déficit hídrico (FURLAN, 2018), ou com espécies nativas, apresenta-se como uma solução para a supressão ilegal da Caatinga, podendo, assim, compensar ou evitar o desmatamento, substituir ou minimizar uso de madeira nativa, além de gerar emprego e renda para a população nordestina, bem como a difusão dos recursos florestais e engenharia florestal nessa região.

Evidenciada pela necessidade de novas fronteiras agrícolas, a produção florestal na região semiárida do Nordeste brasileiro ainda é considerada relativamente nova, porém, favorável à expansão. No entanto, faz-se necessária a utilização de genótipos diferenciados para que seja possível manter a alta produtividade neste novo cenário. Para isso, é imprescindível a obtenção de informações sobre a produção e materiais genéticos que proporcionem melhores respostas ao ambiente em questão (FURLAN, 2018).

Os Estados da Bahia, Maranhão e Piauí são os representantes da produção florestal no Nordeste brasileiro. Em que, entre estes, o Estado da Bahia tem grande destaque no setor florestal, representando cerca de 11% das áreas com plantios de eucalipto no Brasil (IBÁ, 2017).

Levando estes fatores em consideração, para que se obtenham bons resultados com a implantação de espécies florestais na região semiárida, é necessária a realização de testes experimentais, sendo inicialmente aplicado o teste de espécies. Esse teste busca, dentre outros fatores, com base em parâmetros dendrométricos, a avaliação e seleção de espécies nativas ou exóticas que apresentaram boa adaptação, desenvolvimento e produção final nas condições edafoclimáticas da região em que se estabeleceu o plantio.

Os plantios florestais, quando baseados em conhecimentos científicos, são viáveis e permitem a ascensão florestal em áreas de fronteira para a produção. A adaptação de espécies a diferentes ambientes é denominada como interação genótipo e ambiente, essa interação será o fator condicionante da seleção dos indivíduos (MORAIS et al., 2010). Dessa forma, a seleção de genótipos adaptados, associados a silvicultura e a extensão florestal podem auxiliar na implantação florestal, visando a produção comercial de produtos madeireiros na região semiárida do Rio Grande do Norte, suprimindo a demanda por produtos madeireiros e auxiliando na redução do desmatamento.

Tendo em vista os fatores mencionados acima, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a adaptabilidade, sobrevivência e desenvolvimento inicial de espécies florestais nativas e exóticas sob condições edafoclimáticas da região semiárida do Estado do Rio Grande do Norte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. TESTE DE ESPÉCIES

O melhoramento genético florestal, a partir da aplicação dos programas de melhoramento, tem como objetivo primordial o aumento da produtividade, buscando a adequação da matéria-prima ao produto final, aliando a esta característica melhorias nas condições adaptativas, como a capacidade de florescimento, produção de frutos e sementes, resistência à pragas e doenças e, principalmente, a manutenção da variabilidade genética dos indivíduos (PIRES et al., 2011).

Neste contexto, os programas de melhoramento florestal seguem, em geral, uma sequência de testes experimentais, a saber: teste de espécie; teste de procedência das espécies de maior potencial; teste de progênies das melhores procedências; e hibridação ou seleção em teste de progênies de irmãos-completos (MORAES et al., 2007). Assim, como observado, o teste de espécie consiste na primeira fase de estabelecimento do melhoramento genético florestal.

Esta fase é aplicada quando se têm um grande número de espécies com elevado potencial, considerando o objetivo inicial do melhoramento. Desta forma, objetiva-se a avaliação e identificação de uma ou mais espécies que atendam as características exigidas dentro das condições testadas (PIRES et al., 2011). Levando em consideração de que as espécies apresentam comportamentos distintos em resposta aos estímulos ambientais, é imprescindível a realização de ensaios de avaliação da capacidade de adaptação das espécies (DEL QUIQUI; MARTINS, SHIMIZU, 2001).

Assim, o teste de espécie deve ser aplicado em ambiente com condições edafoclimáticas representativas da região de interesse, a partir de delineamentos experimentais adequados, geralmente, têm-se a utilização de delineamentos com blocos ao acaso, sempre buscando a adoção de medidas que evitem interferências de competição interespecífica das plantas em avaliação. A partir disso, é realizada a avaliação dos ensaios, em que é possível obter importantes dados, como informações de sobrevivência, crescimento vegetativo, ocorrências de pragas e doenças, dentre outras (PIRES et al., 2011). Possibilitando, desta forma, a seleção de uma ou mais espécies e sua futura aplicação em novo teste ou em plantios pilotos.

2.2. SELEÇÃO DE ESPÉCIES PARA COMPOSIÇÃO DE TESTE DE ESPÉCIES

A seleção de espécies para composição do experimento deve levar em consideração o objetivo inicial do programa de melhoramento florestal, sustentando-se no fato de que ao trabalhar com espécies perenes o objetivo deve ser flexível e aceitar mudanças ao longo da experimentação. Assim, as espécies selecionadas devem apresentar características de interesse, para que seja possível alcançar o objetivo proposto.

Nesta perspectiva, foram escolhidas para compor o teste de espécies na região semiárida, as seguintes espécies: *Acacia mangium* Willd. (Acácia), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh (Eucalipto), *Libidibia ferrea* (Mart.) L.P. Queiroz (Jucá), *Mimosa caesalpinaefolia* Benth. (Sabiá), *Moringa oleifera* Lam. (Moringa), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (Catingueira) e *Tectona grandis* L.F. (Teca). Estas espécies, brevemente descritas no tópico seguinte, foram selecionadas objetivando a aplicação para usos múltiplos em especial a produção madeireira com vistas a produção de carvão.

2.3. ESPÉCIES EM ESTUDO

2.3.1. *Acacia mangium*

A *Acacia mangium* Willd, popularmente conhecida como acácia ou acácia-australiana, é uma espécie de origem australiana, pertencente à família Leguminosae e subfamília Mimosoideae. A espécie é uma essência florestal muito utilizada na recuperação de solos degradados, devido, principalmente, às características de ser fixadora de nitrogênio no solo, apresentar baixas exigências nutricionais e de possuir fácil adaptação a terrenos degranados e bem drenados (CORDEIRO; ANJOS; CARVALHO, 2010; SIMÕES et al., 2010).

Pioneira e muito cultivada em todo o mundo, a acácia, em seu ambiente natural, pode alcançar de 25 a 30 m de altura e 90 cm de diâmetro a altura do peito (DAP), apresentando bom desenvolvimento em regiões com precipitações médias anuais variando de 1.000 a 4.500 mm associadas a temperaturas entre 12°C e 34°C. Estudos indicam que a adoção de espaçamentos menores (a saber: 2 m x 2 m ou 2,5 m x 2,5 m), condiciona crescimento em altura significativamente maior que aquelas produzidas em maiores espaçamentos. Especificamente objetivando a produção madeireira para fins energéticos, recomenda-se a adoção de

espaçamento 3 m x 2 m, o qual pode ser modificado, com a ampliação a partir do desbaste, para a destinação da madeira à serraria (ROSSI; AZEVEDO; SOUZA, 2003).

A espécie apresenta crescimento acelerado e alta produção madeireira, possuindo densidade básica considerada baixa, com valor médio de $0,34 \text{ g/cm}^3$ (GONÇALVES & LELIS, 2012). Podendo, assim, ser empregada na substituição de espécies nativas na produção de lenha e carvão, possuindo poder calorífico médio de 4.619 kcal/kg (VALE et al., 2000), assim como outros produtos madeireiros, como moirões, aglomerados, compensados e construção civil (CORDEIRO; ANJOS; CARVALHO, 2010). Além disso, sua madeira apresenta baixos teores de extrativos e pH não elevado, o que proporciona a sua ideal aplicação nas indústrias de colagem (GONÇALVES & LELIS, 2012). Outra importante característica observada na acácia é a de que suas flores são melíferas e o seu néctar extrafloral pode ser usado por abelhas (CORDEIRO; ANJOS; CARVALHO, 2010).

2.3.2. *Eucalyptus camaldulensis*

O eucalipto pertence a divisão Angiospermae, classe Dicotyledonea, ordem Myrtales, família Myrtaceae e gênero *Eucalyptus*. Este último nomeado e descrito, em meados de 1788, pelo então botânico francês Charles Louis L'Héritier de Brutelle, e, posteriormente, ilustrado e descrito em latim por Pierre Joseph Redouté. Nos dias atuais, tem-se conhecimento de aproximadamente 900 espécies originárias da Austrália e regiões vizinhas, sendo que algumas espécies não possuem ocorrência na Austrália (FURLAN, 2018).

As espécies pertencentes ao gênero *Eucalyptus* apresentam notáveis características de adaptação edafoclimática, manejo e usos, tanto em florestas nativas como plantadas. No Brasil, o interesse pela espécie teve grande avanço com a introdução das Escolas de Engenharia Florestal, o que proporcionou um grande aumento de pesquisas científicas e experimentações envolvendo a espécie (FURLAN, 2018).

Dentre as espécies, toma-se destaque ao *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, em razão, principalmente, da sua ampla adaptação às diferentes condições ambientais (COSTA et al., 2015b). Quanto às suas características, podem ser destacadas a boa capacidade de desenvolvimento em solos relativamente pobres nutricionalmente, a resistência a longos períodos de seca, como também tolerância a períodos chuvosos, além de resistência à geada (MORAES et al., 2007). Diante da sua grande plasticidade genotípica, é possível a implantação

e desenvolvimento de plantios comerciais em diversas regiões do Brasil, quando utilizado o material genético adequado (COSTA et al., 2015b).

Geralmente, a implantação dos indivíduos ocorre sob área variando de 4 m² a 9 m² por planta, a qual é adotada a partir do objetivo pretendido com a madeira. Se tratando de plantações extensivas, os espaçamentos comumente utilizados são 3 m x 2 m ou 3 m x 3 m (SANTAROSA; PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2014). Tratando-se da sua madeira, a densidade básica tem variação entre 0,49 a 0,55 g/cm³, possuindo um poder calorífico de 4.336 a 4.666 kcal/kg, sendo que esta variação pode ser decorrente do espaçamento escolhido, idade de corte da madeira ou da variação casca-medula (ROCHA, 2011).

2.3.3. *Libidibia ferrea*

A *Libidibia ferrea* (Mart.) L.P. Queiroz é uma espécie florestal, pertencente à família Leguminosae, tipicamente encontrada na região semiárida do Nordeste brasileiro e popularmente conhecida como jucá ou pau-ferro. A espécie possui grande valor econômico devido a sua aplicabilidade a diversos usos, como a utilização da sua madeira na construção civil; utilização da arborização urbana (WALTER et al., 2018; DANTAS et al., 2015); além da sua aplicabilidade na medicina, desde o seu uso popular ao uso laboratorial (KOBAYASHI et al., 2015).

A espécie é uma planta arbórea, pioneira e secundária inicial (CARVALHO, 2003), caracterizada por possuir ampla dispersão e baixa densidade populacional, apresentando porte com variação entre 10 e 15 m de altura copa bem distribuída, com formato arredondado, fechado e denso. Seu tronco apresenta entre 40 e 60 cm de diâmetro, com bifurcações quando a espécie se apresenta isolada, possuindo resistência a ação mecânica e crescimento lento (AVELINO et al., 2012) e sua madeira apresenta densidade característica de 0,80 g/cm³ (VITORIO, 2013).

2.3.4. *Mimosa caesalpiniaefolia*

A espécie *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth, pertencente à família Leguminosae e subfamília Mimosoideae, é originária da Caatinga do Nordeste do Brasil. A planta, popularmente é conhecida como sabiá ou sansão-do-campo, caracterizada como uma espécie

pioneira, decídua e heliófila, com ocorrência preferencialmente em solos profundos (MENDES et al., 2013; LEITE et al., 2012; TAVARES et al., 2012).

Conhecida como uma árvore de uso múltiplo, a utilização da espécie possui diversos fins, sendo a sua madeira comumente utilizada como lenha, estacas e moirões, além da sua aplicação na produção de carvão. A planta pode, ainda, ser utilizada na arborização, como cercas vivas, e na produção de forragem (MENDES et al., 2013; LEITE et al., 2012). A densidade da sua madeira pode variar de 0,89 a 0,94 g/cm⁻³, em fenótipos com a presença de acúleos, e 0,92 a 1,05 g/cm⁻³, em fenótipos sem a presença de acúleos (ALENCAR et al., 2011), apresentando alta resistência mecânica e alto poder calorífico (GONÇALVES; LELIS; ABREU, 2010).

A sabiá possui rápido crescimento e fácil renovação, por meio da rebrotação de tocos e raízes, além de apresentar resistência à seca, desenvolvendo-se bem em regiões com precipitação média variando entre 600 mm e 1.000 mm, com temperatura média entre 20°C e 28°C. No que se refere ao plantio, tem-se a recomendação de utilizar espaçamento 3 m x 2 m ou 3 m x 3 m, podendo ser associada a outras culturas (BARBOSA; SILVA; BARROSO, 2008). Outra característica de grande importância é o elevado fornecimento de biomassa, caracterizando-a como relevante fonte de nutrientes e matéria orgânica, proporcionando melhoria na estrutura e formação de uma camada vegetal sobre o solo (MENDES et al., 2013).

É possível, ainda, destacar que normalmente, em ambientes naturais, o sabiá apresenta associação a fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio, caracterizando-se como uma estratégia evolutiva de adaptação da espécie às adversas condições edafoclimáticas da região semiárida (TAVARES et al., 2012). Devido estas características, a espécie é considerada indispensável em programas de recuperação de áreas degradadas na Região Nordeste do Brasil (MENDES et al., 2013).

2.3.5. *Moringa oleifera*

A *Moringa oleifera* Lam., popularmente conhecida como moringa, moringueiro, quiabo-de-quina, dentre outros nomes populares, é uma espécie originária da Índia, pertencente à família Moringaceae e introduzida no Brasil. A espécie é caracterizada por ser de uso múltiplo e vem sendo amplamente distribuída no semiárido nordestino devido ao uso de suas sementes no tratamento de água para uso doméstico e sua adaptabilidade as condições semiáridas (PEREIRA et al., 2015).

A espécie possui diversas aplicações, sendo utilizada na alimentação humana, produção de forragem, uso medicinal e industrial, como também possui grande potencial na produção de óleo a partir das suas sementes, além de ser utilizada no tratamento de água para consumo humano, a partir do coagulante natural obtido após a maceração das sementes (MELO, 2012). Devido à baixa densidade da sua madeira, $0,19 \text{ g/cm}^3$ (BAKKE et al, 2010), a moringa possui grande potencial para produção de celulose, além de ser considerada viável na produção de briquetes (PEREIRA, 2015).

Esta planta apresenta rápido crescimento, podendo atingir até 12 m de altura, mesmo em solos pobres, exigindo pouca ou nenhuma manutenção, além de ser resistente, o que proporciona capacidade de suportar longos períodos de estiagem (GUALBERTO et al. 2014; MELO, 2012). A moringa se desenvolve melhor sob temperaturas que variam entre 29°C à 40°C e uma precipitação anual de 500 mm, apresentando bom crescimento desde o nível do mar até altitudes de 1000 m (RANGEL, 1999).

2.3.6. *Poincianella pyramidalis*

A *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz é uma espécie arbórea, pertencente à família Leguminosae e subfamília Caesalpiniaceae. Endêmica do Bioma Caatinga, a espécie é popularmente conhecida como catingueira. Possui diversas aplicabilidades, como na produção de forragem, no uso medicinal e veterinário (LIMA et al., 2014).

A sua madeira possui densidade básica de $0,99 \text{ g/cm}^3$, sendo aplicada como estacas e moirões, além do seu emprego na obtenção de lenha, produção de carvão e utilização industrial, na produção de álcool combustível e coque metalúrgico (SILVA et al., 2009), visto o seu poder calorífico elevado, equivalente a 4.413 kcal/kg (MEDEIROS NETO et al., 2012). E, ainda, é comumente utilizada na recuperação de áreas degradadas, principalmente, por apresentar rápido crescimento e também boa capacidade de rebrota (FERREIRA et al., 2014).

Tipicamente apresenta hábito arbóreo de médio porte, sem a presença de espinhos e com altura variando entre 4 e 6 m (SILVA et al., 2009). Desenvolvendo-se em solos profundos e com bom suprimento de água, a planta pode atingir até 12 m de altura, com tronco retilíneo, em contraste com o desenvolvimento em solos rasos e com pouca distribuição de água, em que a planta atinge uma altura variando entre 0,8 e 1,0 m, com tronco tortuoso (ARAÚJO, 2013). O seu sistema reprodutivo é descrito como autoincompatível, logo, há a formação de frutos apenas na polinização cruzadas, seja ela artificial ou natural (LEITE & MACHADO, 2009).

A espécie é amplamente distribuída no semiárido nordestino, podendo ser observada em diversas associações vegetais (SILVA et al., 2009). E, devido ao fato de se tratar de uma espécie pioneira, a catingueira desempenha fundamental papel ecológico, colonizando áreas ambientalmente alteradas, assim como áreas em diferentes estágios sucessionais (ARAÚJO, 2013).

2.3.7. *Tectona grandis*

A *Tectona grandis* L. f, comumente chamada de teca, é uma espécie pertencente à família Lamiaceae, que naturalmente ocorre nas florestas tropicais do sudeste asiático da Índia, Vietnã, Myanmar, Laos e Tailândia. A espécie é caracterizada por apresentar sistema reprodutivo alógamo e por ser decídua, perdendo suas folhas em período com baixas taxas de precipitação pluviométrica (COSTA et al., 2015a).

O comportamento da espécie varia de acordo com as condições edafoclimáticas da região em que ela estiver inserida, sendo que o seu desenvolvimento é melhor observado em regiões com taxas de precipitação pluviométrica anual entre 1.250 mm e 3.750 mm, atrelada a um período de três a cinco meses de estiagem, e temperatura mínima e máxima variando entre 13 °C a 17 °C e 39 °C a 43 °C, respectivamente. Além da preferência por terrenos planos, profundos e de boa drenagem (PELISSARI; CALDEIRA; DRESCHER, 2013).

A teca possui uma madeira com beleza estética muito apreciada, possuindo resistência e durabilidade natural elevadas, com densidade caracterizada em 0,65 g/cm³ (LIMA; FLORSHEIM; LONGUI, 2009), o que condiciona a esta o posto de uma das espécies com maior valor de m³ do mundo, sendo aplicada principalmente nas indústrias naval e moveleira, além da sua utilização na fabricação de pisos e na construção civil (COSTA et al., 2015a; ALMEIDA; CAMPELO JÚNIOR; FINGER, 2010).

A espécie vem sendo amplamente implantada em plantios homogêneos em todo o mundo, apresentando ótimos resultados, com preços estáveis e ascendentes (ALMEIDA; CAMPELO JÚNIOR; FINGER, 2010). No Brasil, os plantios de teca ocupavam uma área de 67.329 ha no ano de 2012, segundo dados da ABRAF (2013), concentrando-se principalmente nos estados do Mato Grosso, Pará e Roraima, em povoamentos geralmente com 1.667 indivíduos por hectare, em um espaçamento de 3 m x 2 m e desbastes ao 5, 10, 15 e 20 anos de idade (PELISSARI; CALDEIRA; DRESCHER, 2013).

2.4. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

A interação entre o genótipo e o ambiente (G x E) pode ser compreendida como o comportamento apresentado, tanto em nível fisiológico como bioquímico, do genótipo do indivíduo em resposta à variação das condições edafoclimáticas de determinada região (FURLAN, 2018; SANTOS, 2018). Dito isto, pode-se compreender que o material superior (seja o indivíduo, a progênie ou o clone) em uma região específica não é, necessariamente, o material superior em uma região distinta a esta (FURLAN, 2018; SANTOS, 2018; SANTOS et al., 2015).

O fenótipo apresentado por um indivíduo, observado em um ambiente em questão, é resultante do genótipo sob o efeito das características do meio em que ele está inserido. Porém, é possível identificar variações no comportamento do fenótipo quando o indivíduo é introduzido em outros ambientes, essas variações resultam a partir da interação entre o genótipo e o ambiente (DIAS, 2013). Todavia, esta interação, representa uma variação quantitativa e qualitativa da expressão fenotípica do indivíduo (SANTOS, 2018).

A diversidade das características do sítio em que o indivíduo está inserido, proporciona a obtenção de diferentes resultados, podendo estes serem positivos ou negativos, a partir da interação do genótipo com o ambiente (SANTOS et al., 2015). Conhecendo essa interação, é possível aplicar técnicas que proporcionem uma minimização dos efeitos negativos da interação G x E, como a estratificação do genótipo e do ambiente em grupos (“zonas de melhoramento”), objetivando que as respostas negativas sejam controladas dentro de cada grupo (FARIA et al., 2009).

Desta forma, o conhecimento sobre a interação G x E é essencial e representa grande importância dentro do programa de melhoramento florestal, principalmente quando da definição de genótipos adaptados a região de implantação (FURLAN, 2018; SANTOS, 2018; SANTOS et al., 2015; DIAS, 2013). Assim, é possível quantificar a magnitude e significância dos efeitos desta interação para com a expressão do fenótipo, proporcionando a adoção de medidas que possam reduzir ou aproveitar os efeitos desta (SANTOS, 2018).

Entretanto, há características de interesse ao programa de melhoramento que apresentam diferentes comportamentos de interação, existindo características que possuem maior sensibilidade às condições do meio do que outras. Condicionando que determinados materiais genéticos tenham maior adaptação do que outros em ambientes distintos. Assim, além

de levar em consideração o fator produtividade do indivíduo, é necessário avaliar a adaptabilidade e estabilidade dos mais diversos materiais genéticos (PIRES et al., 2011).

A adaptabilidade pode ser entendida como a capacidade em que o genótipo tem de adaptação e, conseqüentemente, aproveitamento positivo das características do ambiente. Isto é, a adaptabilidade diz respeito a medição das respostas do indivíduo sob ação das melhorias do ambiente. Quanto à estabilidade, compreende-se como a previsibilidade do comportamento dos indivíduos frente às características ambientais em que ele está exposto (FURLAN, 2018; PIRES et al., 2011).

Assim, em presença de interação G x E, duas metodologias de melhoramento podem ser aplicadas: (a) a seleção de material genético para cada ambiente (em que, a partir do zoneamento realizado, não ocorra interação G x E dentro de cada zona, mas sim entre elas); e (b) escolha de material genético com alto valor de estabilidade fenotípica (FURLAN, 2018; NUNES, 2015; PIRES et al., 2011). Sendo necessária a adoção de avaliações experimentais, objetivando conhecer toda a diversidade ambiental em que o genótipo está submetido, caracterizando esta fase como uma das etapas mais importantes do programa de melhoramento (FURLAN, 2018; NUNES, 2015; DIAS, 2013; PIRES et al., 2011).

2.5. SELEÇÃO GENÉTICA

A seleção genética, basicamente, age na alteração das frequências alélicas dos locos que controlam determinada característica sob seleção, proporcionando, desta forma, o aumento da média genotípica e, conseqüentemente, o ganho genético (PIRES et al., 2011). Juntamente com a interação genótipo x ambiente, a seleção genética tem fundamental importância para o programa de melhoramento florestal, em que, a partir de critérios pré-estabelecidos pelo melhorista, busca-se a maximização do ganho genético (NUNES, 2015).

O melhorista, ao realizar a seleção, pode ter como referência dois tipos de população melhorada, sendo (a) uma inteiramente composta por descendentes dos indivíduos selecionados, assim, esta se refere a população obtida na geração seguinte via propagação sexuada, e (b) outra composta pelos próprios indivíduos selecionados, assim, esta última se refere a população na mesma geração selecionada, obtida por meio de propagação assexuada (PIRES et al., 2011).

Desta forma, a predição dos valores genéticos aditivos e dos valores genotípicos são importantes para que se possa alcançar as populações desejadas em (a) e (b), respectivamente.

Isto acontece devido ao fato de que somente os efeitos genéticos aditivos são transmitidos para a geração seguinte por meio da reprodução sexuada (neste caso, referindo-se à população (a)); como também os efeitos aditivos e de dominância, que representam o valor genotípico, são captados via propagação assexuada (neste caso, referindo-se à população (b)) (PIRES et al., 2011).

Assim, o objetivo pretendido na seleção pode ser caracterizado baseando-se em uma característica de interesse econômico ou em um conjunto destas, estando implícito, nesta segunda situação, o interesse de melhorar vários caracteres concomitantemente (NUNES, 2015; DIAS, 2013; PIRES et al., 2011). Basicamente, os critérios estabelecidos para a seleção são dados em função da espécie, da disponibilidade de infraestrutura, do tempo e dos recursos financeiros, como também dos objetivos pretendidos (DIAS, 2013).

Desta forma, são implantados testes a fim de obter informações precisas ao longo da aplicação do programa de melhoramento genético florestal, aumentando, assim, a confiabilidade em que os indivíduos testados podem ser previstos. Dentre estas informações estão caracterizados os parâmetros genéticos, como herdabilidade, variações genéticas e correlações. No entanto, considerando o longo período despendido para o ciclo de seleção das espécies arbóreas, tem sido proposto selecionar os indivíduos a partir dos parâmetros genéticos observados em idades juvenis, proporcionando a maximização dos ganhos genéticos por unidade de tempo (DIAS, 2013).

2.5.1. Seleção Precoce

O fator tempo é uma característica de fundamental importância dentro do programa de melhoramento genético de espécies florestais e representa um ponto crítico. Afinal, tomando como base os longos ciclos de seleção dos indivíduos, o desenvolvimento dos programas de melhoramento torna-se lentos e onerosos (PINTO et al., 2014; BELTRAME et al., 2012; MASSARO, 2008).

Neste contexto, a seleção precoce age como uma via alternativa no que se refere ao tempo necessário para se obter ganhos a partir da seleção. Em que, basicamente, ela se refere a uma forma de seleção indireta, em que os caracteres são avaliados previamente ao ciclo de rotação (PADULETO; ESTOPA; TAMBARUSSI, 2017; TAMBARUSSI et al., 2017; DIAS, 2013; PIRES et al., 2011).

Por essa razão, os melhoristas a frente dos programas de melhoramento de espécies florestais tem buscado identificar características dos indivíduos nas suas fases juvenis que estejam diretamente relacionadas com aquelas de interesse econômico na fase de rotação, ou seja, predizer em um indivíduo juvenil o comportamento desempenhado pelo indivíduo adulto. A partir da realização desta seleção indireta, é possível diminuir o tempo necessário para se completar um ciclo de seleção, resultado na maximização dos ganhos genéticos por unidade de tempo (MASSARO, 2008).

2.6. SELEÇÃO GENÉTICA PARA REGIÕES DO SEMIÁRIDO

O semiárido do Nordeste do Brasil é caracteristicamente conhecido por suas particularidades edafoclimáticas, tomando-se destaque a distribuição irregular das chuvas no período chuvoso e por apresentar um longo período de estiagem. Assim, as características dessa região podem ser um fator limitante à produção florestal. Todavia, com a demanda por produtos madeireiros e com o crescente aumento dos preços de terras das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde há maior concentração da produção florestal, vê-se com maior clareza a necessidade da expansão agrícola (FURLAN, 2018).

Considerando o setor de árvores plantadas no Brasil, de 2015 a 2017 houve um crescimento de apenas 1,29% das áreas com plantios florestais no Brasil, saltando de 7,74 milhões de hectares para 7,84 milhões de hectares, devido exclusivamente ao aumento das áreas com eucalipto. Destes, 5,70 milhões de hectares são de áreas plantadas com eucalipto, as quais estão localizadas principalmente em Minas Gerais (25%), São Paulo (17%) e no Mato Grosso do Sul (15%) (IBÁ, 2015; IBÁ, 2017).

Especificando esta análise para o Nordeste brasileiro, têm-se o destaque dos Estados da Bahia, Maranhão e Piauí, nos quais foram registradas 617.307, 211.334 e 31.212 ha, respectivamente, de áreas plantadas em 2015, representando apenas 11,81% das áreas plantadas no Brasil (IBÁ, 2015).

Assim, a escassa disponibilidade de informações quanto ao desenvolvimento de florestas plantadas na região nordestina do país, principalmente em regiões semiáridas, necessita de uma maior amplitude dos estudos em relação às espécies, procedências e progênes de rápido desenvolvimento e possibilidade de adaptação à região, para que seja possível viabilizar o reflorestamento (FURLAN, 2018; MIRANDA, 2012).

Neste contexto, faz-se necessária a aplicação de estudos que possibilitem tomar conhecimento sobre as especificidades da produção nesta região, devendo considerar programas específicos de desenvolvimento de genitores e clones que apresentem tolerância a seca, como também avaliar a necessidade de obtenção de material genético adaptado e que apresentem melhores respostas às condições em que estiverem expostos, para que seja possível obter maior efetividade na produção florestal (FURLAN, 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA EXPERIMENTAL

O presente estudo foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada em Alagoinha, zona rural de Mossoró-RN. Estando a área disposta sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude 5°11' Sul, longitude 37°20' Oeste e altitude média de 18 m, distando 20 km do centro da cidade (SOUSA; SILVA; ASSIS, 2016; LINHARES et al., 2012).

A cidade de Mossoró, localizada na Mesorregião Oeste Potiguar, possui uma área territorial de aproximadamente 2.100 km² e classificação climática, segundo Köppen, do tipo BSw^h, caracterizada como seca e muito quente, com temperatura média anual de 28°C e pluviosidade média anual de 788 mm, concentrados entre os meses de fevereiro e maio (SANTOS et al., 2017).

Anteriormente a instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm, as quais foram secas ao ar e peneiradas em malha de 2 mm. Posteriormente, as amostras foram analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, obtendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química da amostra de solo na profundidade 0-20 cm da área na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN.

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cu	Fe	Mn	Zn
(água)	mg/dm ⁻³			cmol _c /dm ⁻³					
4,50	0,70	25,70	8,10	0,30	0,80	0,18	17,36	4,58	0,41

Na ocasião do plantio, foi realizada a abertura de covas com profundidade de 20 cm, com auxílio da boca de lobo, e, adubação com 50 g de NPK (N-20 P-30 K-10) por cova, 1 kg/ha de B e 1,5 kg/ha de Zn. Destaca-se que a adubação com B é imprescindível para regiões com déficit hídrico, pois proporciona a minimização da seca dos ponteiros.

Aliado a isso, foi instalado um sistema de irrigação ao longo das linhas do plantio, objetivando proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento inicial das plantas, visto as temperaturas e taxas pluviométricas no período de experimentação, obtidos a partir da Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Rafael Fernandes e expostos na Tabela 2. Este,

dispondo de uma vazão de 4,5 m³/2h/dia (aproximadamente 10 l de água, por planta, diariamente), ficou em funcionamento durante todo o período da experimentação, isto é, durante os 9 meses. E foi realizada, ainda, capinas trimestralmente.

Tabela 2. Dados meteorológicos médios de temperatura do ar (°C) e de chuva total (mm) para a Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN, no período de maio de 2018 a fevereiro de 2019.

Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.
26,4°C	27,7°C	26,9°C	27,4°C	27,9°C	28,3°C	28,0°C	28,4°C	28,1°C	27,2°C
96,2 mm	14,2 mm	58,6 mm	0,2 mm	2,4 mm	0,8 mm	0,6 mm	1,4 mm	64,4 mm	225,4 mm

Nas imagens ilustradas na Figura 1, pode ser observada a área antes da implantação do experimento (Figura 1 – A), a realização da adubação de base (Figura 1 – B) e o plantio das mudas (Figura 1 – C).



Figura 1. Área da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN: A – Área antes da implantação do experimento; B – Realização da adubação de base; e C – Realização do plantio das mudas.

3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, sendo composto de 4 repetições, com 7 espécies por repetição e 16 indivíduos por espécie em cada parcela, como pode ser observado no esquema da Figura 2, totalizando uma quantidade de 448 indivíduos implantados em campo, sob um espaçamento de 3 m entre linhas e 2 m entre plantas.

As espécies florestais selecionadas para compor este experimento foram: *Acacia mangium* (Acácia), *Eucalyptus camaldulensis* (Eucalipto), *Libidibia ferrea* (Pau-Ferro), *Mimosa caesalpinaefolia* (Sabiá), *Moringa oleifera* (Moringa), *Poincianella pyramidalis* (Catingueira) e *Tectona grandis* (Teca).

Em que as mudas utilizadas foram produzidas na mesma época e adquiridas no viveiro florestal Pica-Pau Mudas, da empresa Pica-Pau B. I. Reflorestamento Ltda., localizado na cidade de Ceará-Mirim-RN.

BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4
ACÁCIA	CATINGUEIRA	TECA	MORINGA
TECA	MORINGA	PAU-FERRO	SABIÁ
CATINGUEIRA	SABIÁ	EUCALIPTO	PAU-FERRO
PAU-FERRO	EUCALIPTO	ACÁCIA	CATINGUEIRA
MORINGA	TECA	SABIÁ	ACÁCIA
EUCALIPTO	ACÁCIA	MORINGA	TECA
SABIÁ	PAU-FERRO	CATINGUEIRA	EUCALIPTO

Figura 2. Esquema de distribuição das espécies em campo, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN.

3.3. COLETA DE DADOS

Ao longo da experimentação foram realizadas duas avaliações, a primeira procedeu-se aos 6 meses (novembro de 2018) de implantação e a segunda aos 9 meses (fevereiro de 2019) de implantação do experimento, em que foram coletados dados em campo com o auxílio de uma planilha de campo, onde foi possível obter dados referentes à altura total, diâmetro da base e sobrevivência das plantas.

Em que, a altura total, em m, foi mensurada através do auxílio de uma régua telescópica; o diâmetro da base, em cm, foi mensurado com uma fita diamétrica; e a sobrevivência foi avaliada pela contagem do número de árvores vivas no momento das medições de altura total e diâmetro.

3.4. ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E ESTATÍSTICAS

As análises foram realizadas pelo procedimento de estimação de componentes de variância (REML) e de predição de valores genéticos (BLUP), a partir da utilização do software SELEGEN-REML/BLUP: Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada®. Em que, para a avaliação dos componentes de variância, as variáveis foram avaliadas individualmente através do Modelo 094 – ANOVA e REML: Blocos ao acaso, teste de indivíduos não aparentados, várias plantas por parcela.

Sendo feita a análise de variância para cada caractere de acordo com o modelo estatístico abaixo, apresentado por Vasconcelos (2013):

$$Y_{ij} = m + g_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : observação referente a i -ésima planta ($i = 1, \dots, c$) no j -ésimo bloco ($j = 1, \dots, r$);

m : média geral;

g_i : efeito da i -ésima planta, $\sum_{i=1}^c g_i = 0$;

b_j : efeito do j -ésimo bloco, $\sum_{j=1}^r b_j = 0$;

e_{ij} : erro associado a i -ésima planta no j -ésimo bloco, NID $(0, \sigma_e^2)$.

Com base nas esperanças matemáticas dos quadrados médios foram obtidas as estimativas da herdabilidade individual no sentido amplo ($\hat{h}_g^2$), acurácia seletiva ($Acgen$) e coeficiente de variação genotípica (CV_g), de acordo com as fórmulas a seguir:

$$\hat{h}_g^2 = \left(\frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_d^2 + \sigma_c^2 + \sigma_{ep'}^2 + \sigma_{et'}^2} \right)$$

em que:

$\hat{h}_g^2$: herdabilidade individual no sentido amplo;

σ_a^2 : efeito genético aditivo;

σ_d^2 : efeito genético dominante;

σ_c^2 : efeito genético da parcela;

$\sigma_{ep'}^2$: efeito ambiental permanente;

$\sigma_{et'}^2$: efeito ambiental temporário.

$$Acgen = \sqrt{\hat{h}_g^2}$$

em que:

$Acgen$: acurácia seletiva;

$\hat{h}_g^2$: herdabilidade individual no sentido amplo.

$$CV_g = \left(\frac{\sigma_a}{\bar{x}} \right) \times 100$$

em que:

CV_g : coeficiente de variação genotípica;

σ_a : desvio-padrão genético aditivo;

$\bar{x}$: média experimental.

E os dados foram submetidos, ainda, a Análise de Variância (ANOVA) e tiveram suas médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância, isto é, probabilidade de erro, utilizando o programa de análise estatística SISVAR®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ganhos genéticos obtidos a partir da seleção são decorrentes de fatores como o controle genético (herdabilidade) dos caracteres, da acurácia seletiva e do coeficiente de interação genótipo e ambiente. Desta forma, estimar os parâmetros genéticos é de fundamental importância para predizer os ganhos oriundos da seleção. Assim, a partir dos resultados, têm-se que as estimativas de herdabilidade individual no sentido amplo ($\hat{h}^2_g$) foram altas para os caracteres altura total (*Ht*) e diâmetro da base (*Dia*), variando de 65,00% na primeira avaliação para 78,30% na segunda avaliação, e 80,20% na primeira avaliação para 83,30% na segunda avaliação, respectivamente (Tabela 3), proporcionando o entendimento de que o controle genético das características avaliadas é alto e que a seleção destes indivíduos é possível e ocasionariam elevado ganho genético.

Quando se observa a $\hat{h}^2_g$ para a sobrevivência (*Sob*), ainda na Tabela 3, é possível verificar uma baixa expressividade, com valores variando entre 0,10% e 0,30% para a primeira e segunda avaliação, respectivamente. Esses valores são esperados, principalmente quando as espécies estabelecidas no teste apresentam boa adaptação às condições de implantação do experimento, não havendo, portanto, variância fenotípica para a expressão do caractere. Assim, esse resultado indica que as espécies florestais implantadas apresentam boa adaptação as condições experimentais. Todavia, esses resultados precisam ser analisados por maior período e também deve-se observar os efeitos após a suspensão da irrigação no período de estiagem.

Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres sobrevivência (*Sob*), altura total (*Ht*) e diâmetro da base (*Dia*) para as espécies *Acacia mangium*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Libidibia ferrea*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Moringa oleifera*, *Poincianella pyramidalis* e *Tectona grandis*, nas avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses) na região semiárida.

Parâmetros	<i>Sob</i>		<i>Ht</i> (m)		<i>Dia</i> (cm)	
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 1	Avaliação 2
$\hat{h}^2_g$	0,001 (+ 0,004)	0,003 (+ 0,007)	0,650 (+ 0,109)	0,783 (+ 0,120)	0,802 (+ 0,121)	0,833 (+ 0,123)
$\hat{h}^2_m$	0,049	0,094	0,979	0,993	0,984	0,992
<i>Acgen</i>	0,221	0,306	0,990	0,996	0,992	0,996
c^2_{int}	0,003	0,057	0,035	0,010	0,041	0,016
<i>CV_g</i> (%)	0,362	0,861	56,555	55,866	58,795	60,790
Média geral	0,984	0,976	1,654	2,307	2,674	3,613

$\hat{h}^2_g$: herdabilidade individual no sentido amplo; $\hat{h}^2_{mg}$: herdabilidade da média de plantas; *Acgen*: acurácia da seleção de plantas; c^2_{int} : coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente; *CV_g* (%): coeficiente de variação genotípica.

Conforme visto anteriormente na Tabela 3, as estimativas obtidas para a herdabilidade da média de plantas ($\hat{h}^2_m$), assumindo sobrevivência completa, foram ainda maiores que a $\hat{h}^2_g$, variando de 97,90% na primeira avaliação para 99,30% na segunda avaliação, quando observado o caractere *Ht*, e 98,40 na primeira avaliação para 99,20% na segunda avaliação, quando observado o caractere *Dia*. Assim, a expressividade da $\hat{h}^2_m$, proporciona a seleção de plantas com maior potencial de adaptabilidade e sobrevivência a região de estudo.

A superioridade da $\hat{h}^2_m$ sobre a $\hat{h}^2_g$ tem sido observada em outros estudos, como foi evidenciado pelos autores Azevedo et al. (2015), Canuto et al. (2015), Costa et al. (2015), Sant'ana et al. (2013), Martinez et al. (2012), Senna et al. (2012), Berti et al. (2011), Arantes et al. (2010), Morais et al. (2010), e Sturion & Resende (2005).

A alta herdabilidade da média de plantas para os caracteres *Ht* e *Dia*, que apresentou valores entre 97,90% e 99,30%, conduziu a expressiva estimativa de acurácia seletiva (*Acgen*) para estas características, variando entre 0,990 e 0,996, sendo caracterizada como muito alta ($Acgen \geq 0,90$), seguindo a classificação proposta por Resende & Duarte (2007), o que garante alta precisão e confiabilidade na seleção de plantas com base nestas características. Já o caractere *Sob* apresentou valores baixos de *Acgen* (0,221 e 0,306, respectivamente, para a primeira e segunda avaliação), como pode ser constatado na Tabela 3.

O coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipos x ambientes (c^2_{int}) quantifica o quanto da variação total, isto é, fenotípica, é representada pela variação da interação genótipos x ambientes (STURION; RESENDE, 2005). Este coeficiente, para os três caracteres em análise, apresentou valores baixos, com variação verificada entre 0,003 a 0,057 (Tabela 3), proporcionando a compreensão de que as espécies em estudo não apresentam competição entre si, visto as características homogêneas proporcionadas na área experimental. Enquanto o coeficiente de variação genotípica (CV_g), expresso em percentagem, foi alto para os caracteres avaliados, fator explicado pela utilização de espécies diferentes no estudo, o que condiciona evidente elevada variabilidade genética entre estas (COSTA et al., 2015; SANT'ANA et al., 2013; SENNA et al., 2012; BERTI et al., 2011; MORAIS et al., 2010; FREITAS et al., 2007; RESENDE, 2002).

A média geral para os três caracteres em análise, indica que as espécies têm boa capacidade adaptativa para as características em que o experimento está exposto. A partir desta constatação, foi feita a classificação das sete espécies avaliadas para os três caracteres analisados, como pode ser verificado nas tabelas apresentadas a seguir.

Os resultados encontrados para o caractere sobrevivência, evidenciam que não houveram diferenças estatísticas e genéticas significativas entre as espécies analisadas neste estudo, nas duas avaliações realizadas, visto a baixa perda de plantas ao longo da experimentação.

Já no que se refere ao caractere Altura total (*Ht*), dado em metros, é possível perceber que houve diferença estatística entre as espécies, nas duas avaliações (6 e 9 meses), como pode ser observado na Tabela 4. Em que a Moringa e o Eucalipto tiveram o melhor desempenho em relação as outras espécies, obtendo médias de 3,93 m e 3,58 m, respectivamente, na segunda avaliação, isto é, aos 9 meses. Em sequência, as espécies Acácia, Sabiá e Teca não diferiram estatisticamente entre si, a partir do Teste de Tukey a 5% de probabilidade, apresentando médias equivalentes a 2,61, 2,40 e 2,36 m, respectivamente, na segunda avaliação. E as espécies Catingueira e Pau-Ferro obtiveram médias verificadas em 0,66 e 0,62 m, respectivamente, na segunda avaliação, apresentando desempenho inferior em relação as outras espécies citadas.

Tabela 4. Análise estatística das espécies *Acacia mangium*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Libidibia ferrea*, *Mimosa caesalpinaefolia*, *Moringa oleifera*, *Poincianella pyramidalis* e *Tectona grandis*, para o caractere Altura total (*Ht*), em metros, nas avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses).

Altura total em m (<i>Ht</i>)			
Espécies	Médias da Avaliação 1	Espécies	Médias da Avaliação 2
Moringa	2,81 a	Moringa	3,93 a
Eucalipto	2,62 a	Eucalipto	3,58 a
Sabiá	1,94 b	Acácia	2,61 b
Acácia	1,83 b	Sabiá	2,40 b
Teca	1,40 c	Teca	2,36 b
Pau-Ferro	0,55 d	Catingueira	0,66 c
Catingueira	0,44 d	Pau-Ferro	0,62 c

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

As diferenças estatísticas observadas na Tabela 4, apresentada anteriormente, podem ser explicadas em função das diferenças genéticas existentes entre as espécies estudadas, destacadas na Tabela 5. Em que, no que se refere ao ordenamento genético para *Ht*, as espécies Moringa e Eucalipto obtiveram melhor desempenho em relação às outras espécies, para as duas

avaliações, aos 6 e 9 meses após a implantação. O bom desempenho da Moringa é evidenciado pelas características de crescimento da espécie, que pode alcançar 5 m de altura no primeiro ano de idade (BAKKE et al., 2010). O ganho genético predito em relação à média geral do experimento na segunda avaliação para o caractere *Ht* (neste caso 2,30 m, como relatado na Tabela 3), utilizando as duas melhores espécies citadas anteriormente, foi da ordem de 70,43% e 63,04% para Moringa e Eucalipto, respectivamente, indicando boa possibilidade de ganho com a seleção dessas espécies nessas condições.

Tabela 5. Classificação genética das espécies *Acacia mangium*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Libidibia ferrea*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Moringa oleifera*, *Poincianella pyramidalis* e *Tectona grandis*, para o caractere altura total (*Ht*), em metros, por seus valores genotípicos e ganhos preditos, para as avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses).

	Ordenamento	Espécie	G	u + g	Ganho	Nova Média	Ganho sobre a média geral
Avaliação 1	1	Moringa	1,15	2,81	1,15	2,81	69,70%
	2	Eucalipto	0,96	2,62	1,06	2,71	64,24%
	3	Sabiá	0,29	1,94	0,80	2,46	48,48%
	4	Acácia	0,18	1,83	0,65	2,30	39,39%
	5	Teca	-0,26	1,40	0,47	2,12	28,48%
	6	Pau-Ferro	-1,11	0,55	0,20	1,86	12,12%
	7	Catingueira	-1,22	0,44	0,00	1,65	0,00%
Avaliação 2	1	Moringa	1,62	3,93	1,62	3,93	70,43%
	2	Eucalipto	1,27	3,58	1,45	3,75	63,04%
	3	Acácia	0,31	2,61	1,07	3,37	46,52%
	4	Sabiá	0,09	2,40	0,82	3,13	35,65%
	5	Teca	0,05	2,36	0,67	2,97	29,13%
	6	Catingueira	-1,65	0,66	0,28	2,59	12,17%
	7	Pau-Ferro	-1,68	0,62	0,00	2,31	0,00%

g: efeitos genotípicos totais; u + g: valor genotípico predito.

O crescimento em altura para Moringa, encontrado neste trabalho, foi superior aos resultados relatados por Vasconcelos (2013), analisando o comportamento da mesma espécie sob o delineamento sistemático em área no município de São Cristóvão, Estado de Sergipe, que apresenta temperatura média anual de 25,5°C e precipitação pluviométrica média anual de

1.300 mm. O autor apresentou em seu estudo que a espécie obteve médias de altura variando entre 1,39 e 2,40 m, afirmando juntamente a isso que o melhor desempenho para a espécie foi observado em uma área de 43,95 m² por planta. Isto é, segundo o autor, a *Moringa* apresentou melhor desempenho em altura quando disposta em espaçamentos maiores.

Observa-se, ainda, que os dados encontrados neste trabalho são superiores ao evidenciados pelos autores Massaro et al. (2010), avaliando a viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp., em que foi observado um ganho genético de 7,19% e 4,40%, respectivamente para os testes clonais 1 e 2, a partir da seleção aos 25 meses de idade para a altura total dos indivíduos avaliados. Como também superior aos resultados encontrados por Azevedo et al. (2015), avaliando a seleção genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* em área do Cerrado mato-grossense, onde foi observado um ganho de 7,89% e 4,21% para a seleção individual e seleção entre e dentro, respectivamente, em testes de progênies aos três anos de idade.

Conforme observado na Tabela 5, especificamente na Avaliação 2, o ganho genético a partir da seleção, em relação à média geral do experimento (2,30 m), para as espécies Sabiá, Acácia e Teca, foi de 46,52%, 35,65% e 29,13%, respectivamente, sendo considerado positivo o desempenho destas.

Destaca-se o baixo desempenho das espécies Catingueira e Pau-Ferro, ambas não diferindo estatisticamente uma da outra e ordenadas em último na seleção de espécies. Vale ressaltar que, em campo, a espécie Pau-Ferro permaneceu com o crescimento praticamente estagnado, não se desenvolvendo satisfatoriamente ao longo da experimentação. Característica semelhante foi observada para a Catingueira, em que os indivíduos apresentaram desenvolvimento inicial lento.

Considerando os resultados das espécies nativas, Sabiá, Catingueira e Pau-Ferro, tais comportamentos, citados anteriormente, podem ser atribuídos ao desenvolvimento natural das espécies, ocasionado pelo estágio sucessional das espécies. Visto que as mudas foram produzidas e implantadas na mesma época, e mesmo as três espécies relatadas serem nativas da região, a Sabiá obteve melhor desempenho em relação as outras duas, apresentando plantas com alturas estatisticamente iguais a espécies como a Acácia e a Teca.

Assim, desperta-se maior atenção voltada a Sabiá, que pode ter a possibilidade de produção florestal, visto seus resultados positivos. Em que a espécie pode ter seu uso destinado a produção madeireira, com aplicação no setor energético (utilizando a madeira como lenha e/ou na produção de carvão), além do seu emprego na produção de estacas e moirões, visto que

a madeira da sabiá apresenta alta resistência mecânica e alta durabilidade natural. A utilização da espécie pode ser, ainda, voltada para fins não madeireiros, como na utilização das suas folhas na produção de forragem, e também para fins ecológicos e paisagísticos, como a arborização e cercas vivas.

A Tabela 6 mostra que, assim como foi observado para *Ht* (Tabela 4), houve diferença estatística entre as espécies analisadas quanto ao caractere diâmetro do colo (*Dia*), dado em centímetros. A *Moringa* obteve desempenho superior às outras espécies, com médias de 5,35 cm e 7,36 cm, para a primeira e segunda avaliação, respectivamente. A espécie apresentou crescimento médio em diâmetro da base de 2,01 cm de uma avaliação a outra, isto é, em três meses.

Tabela 6. Análise estatística das espécies *Acacia mangium*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Libidibia ferrea*, *Mimosa caesalpinaefolia*, *Moringa oleifera*, *Poincianella pyramidalis* e *Tectona grandis*, para o caractere Diâmetro da base (*Dia*), em centímetros, nas avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses).

Diâmetro da base em cm (<i>Dia</i>)			
Espécies	Médias da Avaliação 1	Espécies	Médias da Avaliação 2
Moringa	5,35 a	Moringa	7,36 a
Teca	3,37 b	Teca	4,49 b
Eucalipto	3,05 bc	Eucalipto	4,31 bc
Acácia	2,75 cd	Acácia	3,96 c
Sabiá	2,54 d	Sabiá	3,03 d
Catingueira	0,96 e	Catingueira	1,18 e
Pau-Ferro	0,71 e	Pau-Ferro	0,95 e

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

No que se refere as demais espécies, ainda na Tabela 6, pode-se observar que a Teca e o Eucalipto não tiveram diferença estatística entre si e, esta última, não se diferenciou estatisticamente da Acácia. As médias de *Dia* para estas espécies foram de 4,49, 4,31 e 3,96 cm, respectivamente. Em sequência, as espécies Sabiá, Catingueira e Pau-Ferro, tiveram desempenho médio verificado em 3,03, 1,18 e 0,95 cm, respectivamente.

Vale ressaltar que a *Moringa*, espécie que obteve desempenho superior, apresentou média, aproximadamente, 7 vezes superior ao Pau-Ferro e 6 vezes superior à Catingueira,

espécies estatisticamente com o menor desempenho para o caractere *Dia* (Tabela 6). Pode-se compreender, desta forma, que a Moringa teve boa adaptação ao ambiente, pois esta apresenta fatores genéticos responsáveis pela resposta positiva ao crescimento em diâmetro da base. Assim, os fatores genéticos condicionantes às diferenciações estatísticas significativas relatadas na Tabela 6, são apresentados posteriormente na Tabela 7.

A Tabela 7, comportando os resultados referentes ao diâmetro da base, mostra que houve diferença significativa entre as espécies e que a moringa obteve o melhor desempenho, destacando-se como superior. O ganho genético em diâmetro, em relação à média geral do experimento para a primeira avaliação (2,67 cm, como evidenciado na Tabela 3), a partir da sua seleção, é de 100,00%. E este passa a ser ainda maior quando levado em consideração à média geral da segunda avaliação (3,61 cm), em que o ganho genético predito atinge 103,88%.

Tabela 7. Classificação genética das espécies *Acacia mangium*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Libidibia ferrea*, *Mimosa caesalpinaefolia*, *Moringa oleifera*, *Poincianella pyramidalis* e *Tectona grandis*, para o caractere diâmetro (*Dia*), em centímetros, por seus valores genotípicos e ganhos preditos, para as avaliações 1 (6 meses) e 2 (9 meses).

	Ordenamento	Espécie	G	u + g	Ganho	Nova Média	Ganho sobre a média geral
Avaliação 1	1	Moringa	2,67	5,35	2,67	5,35	100,00%
	2	Teca	0,69	3,37	1,68	4,36	62,92%
	3	Eucalipto	0,37	3,05	1,25	3,92	46,82%
	4	Acácia	0,08	2,75	0,95	3,63	35,58%
	5	Sabiá	-0,14	2,54	0,74	3,41	27,72%
	6	Catingueira	-1,71	0,96	0,33	3,00	12,36%
	7	Pau-Ferro	-1,97	0,71	0,00	2,67	0,00%
Avaliação 2	1	Moringa	3,75	7,36	3,75	7,36	103,88%
	2	Teca	0,88	4,49	2,31	5,92	63,99%
	3	Eucalipto	0,70	4,31	1,77	5,39	49,03%
	4	Acácia	0,35	3,96	1,42	5,03	39,34%
	5	Sabiá	-0,58	3,03	1,02	4,63	28,25%
	6	Catingueira	-2,43	1,18	0,44	4,06	12,19%
	7	Pau-Ferro	-2,66	0,95	0,00	3,61	0,00%

g: efeitos genotípicos totais; u + g: valor genotípico predito.

As médias encontradas neste trabalho para o diâmetro da Moringa são semelhantes às encontrados por Vasconcelos (2013), avaliando o uso do delineamento sistemático em plantio de *Moringa oleifera* em área no município de São Cristóvão, Estado de Sergipe, sob temperatura média anual de 25,5°C e precipitação pluviométrica média anual de 1.300 mm, em que foram apresentados pelo autor valores médios de diâmetro variando entre 3,2 e 5,2 cm, em árvores com 12 meses.

O desenvolvimento positivo em altura total e diâmetro da base da moringa reflete a possibilidade de uso desta espécie em plantios comerciais para áreas com características edafoclimáticas semelhantes às avaliadas. Científica e popularmente conhecida como uma espécie de uso múltiplo, a espécie apresenta grande potencial de uso não madeireiro, em que se pode aproveitar suas folhas, utilizando-as como forragem e também destinadas a alimentação humana e produção de chás e medicamentos; suas flores, que também podem ser utilizadas na alimentação humana, possuem grande potencial apícola e são muito utilizadas na alimentação das abelhas tipo Europa (*Apis*) e das nativas sem ferrão, já que estas possuem muito néctar e tem floração durante todo o ano, já a partir dos 7 meses de idade; suas sementes, das quais pode-se extrair o óleo, com qualidade semelhante ao azeite de oliva, com possibilidade de uso doméstico na alimentação e fabricação de sabão. Outras utilizações atribuídas a moringa, são referentes ao seu potencial na produção de celulose, visto a baixa densidade de sua madeira, como também para a produção de briquetes. Além disso, estudos recentes apontam grande potencial da utilização da moringa na produção de biodiesel (JESUS et al., 2013).

Ainda observando a Tabela 7, as espécies Teca e Eucalipto, que não diferiram estatisticamente uma da outra, também apresentaram desempenho positivo no que se refere ao caractere diâmetro. Sendo que esta última também não apresentou diferença estatística da Acácia. As espécies em questão, apresentaram ganho genético predito de 63,99%, 49,03% e 39,34%, respectivamente para Teca, Eucalipto e Acácia, quando observado o ganho em relação à média geral do experimento na segunda avaliação, que foi 3,61 cm. O comportamento observado para as espécies é dado em função das características genéticas destas, em interação com as características do ambiente analisado, proporcionando, assim, a compreensão de que houve uma interação positiva, visto os bons resultados fenotípicos encontrados.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados por Pinto Júnior et al. (2006), em avaliação simultânea de produtividade, adaptabilidade e estabilidade genotípica de *Eucalyptus grandis* em distintos ambientes do Estado de São Paulo. Onde o ganho genético pretido relatado pelos autores foi na ordem de 50,95% quando a estratégia de seleção utilizada

foi a partir de um pomar clonal de sementes de *Eucalyptus grandis*, constituído dos vinte indivíduos de maior valor genético. Sendo que o valor chegou a 82,16%, quando utilizado propágulos vegetativos ao invés de sementes.

Assim como foram semelhantes aos encontrados por Tambarussi et al. (2017), estudando a variabilidade genética em clones de *Eucalyptus* spp. para Grajaú, no Estado do Maranhão, em que os ganhos genéticos preditos variaram na ordem de 33,59% para 48,16% entre os clones avaliados. Evidenciando, desta forma, boa chance de sucesso na seleção dos indivíduos e obtenção de ganhos genéticos para as espécies analisadas neste experimento, descritas anteriormente, a saber: Teca, Eucalipto e Acácia.

Dentre estas, destaca-se a indicação da Teca, verificada sua sobrevivência e desenvolvimento positivo neste período inicial, como possibilidade para implantação na região, em áreas com características semelhantes às analisadas neste experimento. Pois, mesmo com a utilização do sistema de irrigação nos primeiros meses do plantio, é possível subsidiar os custos destinados a implantação e manutenção, a partir da comercialização da sua madeira e subprodutos, visto a valorização nacional e internacional desta espécie.

Ressalta-se, ainda, que as espécies Eucalipto e Acácia, que, como apresentado anteriormente, não diferiram estatisticamente (Tabela 6), obtiveram bons resultados no que se refere ao diâmetro, com médias equivalentes a 5,39 e 5,03 cm, respectivamente (Tabela 7). Esses resultados aliados aos de herdabilidade individual no sentido amplo (h^2g) e acurácia da seleção de plantas (Ac_{gen}), vistos na Tabela 3, condicionam a possibilidade da utilização dessas espécies em plantios comerciais na região. Assim, as espécies podem ter utilização destinada a produção madeireira com vistas ao setor energético, visto o elevado poder calorífico de ambas, 4.336 a 4.666 kcal/kg para Eucalipto e 4.619 kcal/kg para Acácia, trazendo tanto uma minimização da utilização da madeira de áreas nativas, como também propiciando o aumento da renda de produtores locais por meio da produção florestal destas. Sendo que a Acácia pode ainda ser utilizada como pasto apícola, visto o grande potencial da espécie e associação com abelhas do gênero *Apis*, assim como a Moringa.

E, finalmente, reforçando o desenvolvimento negativo observado na Tabela 5, para o caractere altura total, as espécies Catingueira e Pau-Ferro apresentaram baixos valores no que se refere ao caractere diâmetro, destacado na Tabela 7. A inferioridade das respostas encontradas para as espécies citadas, pode ser dada em decorrência ao estágio sucessional destas, aliado às condições climáticas da área, que apresentou temperatura do ar variando de 26,4°C a 28,4°C (como apresentado na Tabela 2). Assim, é importante continuar a observação

quanto ao desenvolvimento destas espécies, para que seja possível afirmar a sua baixa produtividade e inviabilização na utilização em plantios florestais para regiões com as mesmas características em que o experimento em questão está inserido.

5. CONCLUSÕES

- A espécie *Moringa oleifera* (Moringa) apresentou desempenho superior para todas as características avaliadas, demonstrando sua positiva adaptação e desenvolvimento nas condições edafoclimáticas em que foi submetida;
- As espécies *Eucalyptus camaldulensis* (Eucalipto) e *Tectona grandis* (Teca) obtiveram desempenho positivo, juntamente com as espécies *Acacia mangium* (Acácia) e *Mimosa caesalpinaefolia* (Sabiá); sendo sugerido a estas a continuidade da experimentação com a aplicação de testes de procedências, concomitantemente ou não com teste de progênies, para que seja possível validar o seu desempenho e assegurar o investimento na produção florestal destas;
- As espécies *Libidibia ferrea* (Pau-Ferro) e *Poincianella pyramidalis* (Catingueira), apresentaram desempenho inicial inferior as outras espécies testadas. Sendo recomendada a contínua observação destas ao longo da experimentação para que seja possível averiguar a continuidade ou não do comportamento observado.
- As diferenças genéticas das espécies estudadas estão correlacionadas com as variações de repostas das plantas ao ambiente testado, quanto aos fatores altura total e diâmetro da base.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013**: ano base 2012. Brasília, 2013, 148 p.

ALENCAR, F. H. H.; PAES, J. B.; BAKKE, O. A.; SILVA, G. S. Resistência natural da madeira de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) a cupins subterrâneos. **Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 57-64, 2011.

ALMEIDA, E. M.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; FINGER, Z. Determinação do estoque de carbono em teca (*Tectona grandis* L. F.) em diferentes idades. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 559-568, 2010.

ARANTES, F. C.; GONÇALVES, P. S.; SCALOPPI JÚNIOR, E. J.; MORAES, M. L. T.; RESENDE, M. D. V. Ganho genético com base no tamanho efetivo populacional de progênies de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1419-1424, 2010.

ARAÚJO, F. S. **Indicadores de maturidade fisiológica em sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz**. 2013. 37 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2013.

AVELINO, J. I.; LIMA, J. S. S.; RIBEIRO, M. C.; CHAVES, A. P.; RODRIGUES, G. S. O. Métodos de quebra de dormência em sementes de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea*), **Revista Verde**, v. 7, n. 1, p. 102-106, 2012.

AZEVEDO, L. P. A.; COSTA, R. B.; MARTINEZ, D. T.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.; BRONDANI, G. E.; BARRETA, M. C.; AJALA, W. V. Seleção genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* em área de cerrado mato-grossense. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 2001-2006, 2015.

BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A. Características de crescimento e valor forrageiro da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 133-144, 2010.

BARBOSA, T. R. L.; SILVA, M. P. S.; BARROSO, D. G. **Plantio do sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia*) em pequenas e médias propriedades**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008. 12 p.

BELTRAME, R.; BISOGNIN, D. A.; MATTOS, B. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; HASELEIN, C. R.; GATTO, D. A.; SANTOS, G. A. Desempenho silvicultural e seleção precoce de clones de híbridos de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 6, p. 791-796, 2012.

BERTI, C. L. F.; FREITAS, M. L. L.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*. **Instituto Florestal**, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2011.

CANUTO, D. S. O.; ZARUMA, D. U. G.; MORAES, M. A.; SILVA, A. M.; MORAES, M. L.; FREITAS, M. L. L. Caracterização genética de um teste de progênes de *Dipteryx alata* Vog. proveniente de remanescente florestal da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, n. 4, p. 641-648, 2015.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 1039 p.

CORDEIRO, G.; ANJOS, N.; CARVALHO, A. G. Entomofauna associada a galhos de *Acacia mangium* Willd. roletados por *Oncideres saga* (Dalman) (Coleoptera: Cerambycidae). **EntomoBrasilis**, v. 3, n. 1, p. 22-24, 2010.

COSTA, R. B.; MARTINEZ, D. T.; CHICHORRO, J. F.; BAUER, M. O.; CEZANA, D. P.; SOUZA, T. R. Desempenho de progênes no pré-melhoramento de *Tectona grandis* L.f no Estado do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 211-216, 2015a.

COSTA, R. B.; MARTINEZ, D. T.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, B. C. Variabilidade e ganhos genéticos com diferentes métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciências Agrárias**, v. 58, n. 1, p. 69-74, 2015b.

DANTAS, J. M.; COSTA, M. V.; SOUSA, D. M. M.; MAIA, C. E. Quebra de dormência em sementes de *Libidibia ferrea* Martius. **Blucher Chemistry Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 56-62, 2015.

DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S. S.; SHIMIZU, J. Y. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* para o noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1173-1177, 2001.

DIAS, P. C. **Avaliação genética de clones de *Pinus taeda* propagados via embriogênese somática**. 2013. 102 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

FARIA, A. P.; MODA-CIRINO, V.; BURATTO, J. S.; SILVA, C. B.; DESTRO, D. Interação genótipo x ambiente na produtividade de grãos de linhagens e cultivares de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 579-585, 2009.

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; GONÇALVES, E. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, R. B. Tratamentos pré-germinativos em sementes de duas espécies do gênero *Poincianella*. **Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 566-572, 2014.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E. Pomar de sementes por mudas a partir da seleção dentro em teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Instituto Florestal**, v. 19, n. 2, p. 65-72, 2007.

FURLAN, R. A. **Seleção de clones de eucalipto para tolerância à seca no Nordeste do Brasil**. 2018. 99 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2018.

GALLIO, E.; SANTINI, E. J.; GATTO, D. A.; SOUZA, J. T.; RAVASI, R.; MENEZES, W. M.; FLOSS, P. A.; BELTRAME, R. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 3, p. 244-250, 2016.

GOLLE, D. P.; REINIGER, L. R. S.; CURTI, A. R.; BEVILACQUA, C. B. Melhoramento florestal: ênfase na aplicação da biotecnologia. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1606-1613, 2009.

GONÇALVEZ, F. G.; LELIS, R. C. C.; ABREU, H. S. Caracterização físico-química da madeira de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 54-62, 2010.

GONÇALVEZ, F. G.; LELIS, R. C. C. Caracterização tecnológica da madeira de *Acacia mangium* Willd em plantio consorciado com eucalipto. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p. 286-295, 2012.

GUALBERTO, A. F.; FERRARI, G. M.; ABREU, K. M. P.; PRETO, B. L.; FERRARI, J. L. Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agrogeológicos. **Revista Verde**, v. 9, n. 5, p. 19-25, 2014.

IBÁ, INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2015**. Brasília, 2015. 80 p.

IBÁ, INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2017**. Brasília, 2017. 80 p.

JESUS, A. R.; MARQUES, N. S.; SALVI, E. J. N. R.; TUYUTY, P. L. M.; PEREIRA, S. A. **Cultivo da Moringa Oleífera**. Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA. 2013. 23 f.

KOBAYASHI, Y. T. S.; ALMEIDA, V. T.; BANDEIRA, T.; ALCÂNTARA, B. N.; SILVA, A. S. B.; BARBOSA, W. L. R.; SILVA, P. B.; MONTEIRO, M. V. B.; ALMEIDA, M. B. Avaliação fitoquímica e potencial cicatrizante do extrato etanólico dos frutos de Jucá (*Libidibia ferrea*) em ratos Wistar. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 52, n. 1, p. 34-40, 2015.

LEITE, A. V.; MACHADO, I. C. Biologia reprodutiva da “catingueira” (*Caesalpinia pyramidalis* Tul., Leguminosae-Caesalpinioideae), uma espécie endêmica da Caatinga. **Brazilian Journal of Botany**, v. 32, n. 1, p. 79-88, 2009.

LEITE, R. P.; MEDEIROS, J. G. F.; NASCIMENTO, L. C.; ARAÚJO NETO, A. C.; GOMES, E. C. S.; MALTA, A. O. Qualidade fisiológica de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) tratadas com extratos vegetais. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012.

LIMA, C. R.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; PACHECO, M. V.; ALVES, E. U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014.

LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B.; LONGUI, E. L. Influência do espaçamento em algumas propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. **Cerne**, v. 15, n. 2, p. 244-250, 2009.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; ASSIS, J. P.; BEZERRA, A. K. H. Quantidades e tempos de decomposição de jiterana no desempenho agrônomo do coentro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012.

MARTINEZ, D. T.; RESENDE, M. D. V.; COSTA, R. B.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A.; FIER, I. S. N. Estudo da interação genótipo x ambiente em progênies de *Pinus taeda* por meio da análise de parâmetro genéticos. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 539-552, 2012.

MASSARO, R. A. M.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 597-609, 2010.

MASSARO, R. A. M. **Viabilidade de aplicação da seleção precoce e tamanho de parcelas em testes clonais de *Eucalyptus* spp.** 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2008.

MEDEIROS NETO, P. N.; OLIVEIRA, E.; CALEGARI, L.; ALMEIDA, A. M. C.; PIMENTA, A. S.; CARNEIRO, A. C. O. Características físico-químicas e energéticas de duas espécies de ocorrência no semiárido brasileiro. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 579-588, 2012.

MELO, S. S. N. S. **Valor nutritivo de fenos de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) com diferentes idades de corte**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, RN, 2012.

MENDES, M. M. C.; CHAVES, L. F. C.; PONTES NETO, T. P.; SILVA, J. A. A.; FIGUEIREDO, M. V. B. Crescimento e sobrevivência de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) inoculadas com microrganismos simbiotes em condições de campo. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 309-320, 2013.

MIRANDA, A. C. **Produtividade, estabilidade e adaptabilidade em progênies de *Eucalyptus grandis***. 2012. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2012.

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. **Instituto Florestal**, v. 19, n. 2, p. 113-118, 2007.

MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética, interação genótipo solo e ganhos na seleção em teste de progênies de *Corymbia citriodora* Hook em Luiz Antônio, São Paulo. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 85, p. 11-18, 2010.

NUNES, A. C. P. **Qualidade da madeira critérios de seleção e interação genótipos x ambientes de clones de *Eucalyptus* no Rio Grande do Sul**. 2015. 131 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

PADULETO, J. G. Z.; ESTOPA, R. A.; TAMBARUSSI, E. V. Eficiência da seleção precoce em clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Instituto Florestal**, v. 29 n. 2 p. 169-179, 2017.

PELISSARI, A. L.; CALDEIRA, S. F.; DRESCHER, R. Desenvolvimento quantitativo e qualitativo de *Tectona grandis* L. f. em Mato Grosso. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 371-383, 2013.

PEREIRA, F. S. G. **Viabilidade sustentável de biomassas de *Moringa oleifera* para produção de biodiesel e briquetes**. 2015. 142 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2015.

PEREIRA, K. T. O.; SANTOS, B. R. V.; BENEDITO, C. P.; LOPES, E. G.; AQUINO, G. S. M. Germinação e vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 92-99, 2015.

PINTO, D. S.; RESENDE, R. T.; MESQUITA, A. G. G.; ROSADO, A. M.; CRUZ, C. D. Seleção precoce para características de crescimento em testes clonais de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 102, p. 251-257, 2014.

PINTO JÚNIOR, J. E.; STURION, J. A.; RESENTE, M. D. V.; RONZELLI JÚNIOR, P. Avaliação Simultânea de Produtividade, Adaptabilidade e Estabilidade Genotípica de *Eucalyptus grandis* em Distintos Ambientes do Estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 79-108, 2006.

PIRES, I. E.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, R. L.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R.. **Genética Florestal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 318 p.

RANGEL, M. S. A. ***Moringa oleifera*: Uma planta de uso múltiplo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. 41p.

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. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002a. 975 p.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN-REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 67 p.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética e o manejo florestal da Caatinga. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

ROCHA, M. F. V. **Influência do espaçamento e da idade na produtividade e propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* para energia**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; SOUZA, C. R. ***Acacia mangium***. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. 29 p.

SANT'ANA, V. Z.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; ZANATA, M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, M. A.; SEBBENN, A. M. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em Luiz Antônio, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p. 515-520, 2013.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. R. **Transferência de tecnologia florestal – Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília: Embrapa, 2014. 138 p.

SANTOS, G. A.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, L. D.; HIGA, A.; ASSIS, T. F. Interação genótipos x ambientes para produtividade de clones de *Eucalytus* L'Hér. No Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 81-91, 2015.

SANTOS, P. C. S.; ALVES, L. L. B.; AQUINO, G. S. M.; ALMEIDA, G. N.; BOTREL, R. T.; CASTRO, V. G. de. Análise da arborização do Parque Municipal Maurício de Oliveira, Mossoró/RN. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 12, n. 3, p. 94-106, 2017.

SANTOS, W. **Interação genótipo x ambiente em progênes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud. e *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth em sistema de plantio misto.** 2018. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, 2018.

SATO, A. S.; SEBBENN, A. M.; MORAES, E.; ZANATTO, A. C. S.; FREITAS, M. L. M. Seleção dentro de progênes de *Eucalyptus resinifera* aos 21 anos de idade em Luiz Antônio-SP. **Instituto Florestal**, v. 19, n. 1, p. 93-100, 2007.

SENNA, S. N.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E.; ZANATA, M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação e parâmetros genéticos em teste de progênes de polinização livre de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em Luiz Antônio-SP. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 95, p. 345-352, 2012.

SILVA, L. B.; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 436-445, 2009.

SIMÕES, S. M. O.; ZILLI, J. E.; COSTA, M. C. G.; TONINI, H.; BALIEIRO, F. C. Carbono orgânico e biomassa microbiana do solo em plantios de *Acacia mangium* no Cerrado de Roraima. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 23-30, 2010.

SOUSA, R. P.; SILVA, P. S. L.; ASSIS, J. P. Tamanho e forma de parcelas para experimentos com girassol. **Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 683-690, 2016.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Seleção de progênes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para produtividade, estabilidade e adaptabilidade temporal de massa foliar. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 25, n. 50, p. 37-51, 2005.

TAMBARUSSI, E. V.; LIMA, B. M.; QUEIROZ, R. C.; PERES, F. S. B.; DIAS, D. C.; PAGLIARINI, M. K.; PEREIRA, F. B.; ROSA, J. R. B. F.; REZENDE, G. D. S. P. Estimativas de parâmetros genéticos para a seleção precoce em clones de *Eucalyptus* spp. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 115, p. 507-517, 2017.

TAMBARUSSI, E. V.; PEREIRA, F. B.; AZEVEDO, V. A.; PERES, F. S. B.; DIAS, A. N.; FURLAN, R. A. Variabilidade genéticas em clones de *Eucalyptus* spp. para Grajaú, Estado do Maranhão. **Instituto Florestal**, v. 29, n. 2, p. 253-261, 2017.

TAVARES, R. C.; MENDES FILHO, P. F.; LACERDA, C. F.; SILVA, J. Colonização micorrízica e nodulação radicular em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob diferentes níveis de salinidade. **Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 409-416, 2012.

VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; CARVALHO, C. M.; VEIGA, R. A. A. Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden e *Acacia mangium* Willd em diferentes níveis de adubação. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 83-88, 2000.

VASCONCELOS, M. C. ***Moringa oleifera* Lam.: aspectos morfológicos, fisiológicos e cultivo em gradiente de espaçamento**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2013.

VITORIO, L. A. P. **Densidade da madeira de espécies da Caatinga**. 2013. 21 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2013.

WALTER, L. S.; SANTOS, C. A.; OLIVEIRA, L. S.; SILVA, E. C. A. Influência de tratamentos pré-germinativos e crescimento inicial de plântulas de *Libidibia ferrea*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 1-6, 2018.

ANEXO A – ÁREA EXPERIMENTAL



Figura 3. Experimento aos 3 meses após a implantação, em área Experimental da Fazenda Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN.



Figura 4. Experimento aos 6 meses após a implantação, em área Experimental da Fazenda Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN.



Figura 5. Experimento aos 9 meses após a implantação, em área Experimental da Fazenda Rafael Fernandes, em Alagoinhas, zona rural de Mossoró-RN.