



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS DA
CAATINGA EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

EVANDRO MANOEL DA SILVA

Pombal-PB

2013

EVANDRO MANOEL DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS DA
CAATINGA EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

Monografia apresentada à Coordenação Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Adriana Silva Lima
Co-orientador: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes

Pombal-PB

2013

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON
S586p

Silva, Evandro Manoel da.

Produção de mudas de espécies florestais da caatinga em diferentes substratos /
Evandro Manoel da Silva. - Pombal, 2013.
63fls.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade
Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.

"Orientação: Prof.^a Pós-Dr.^a Adriana Silva Lima".

"Coorientação: Prof.^o Dr.^o Kilson Pinheiro Lopes".

Referências.

1. Caatinga. 2. Degradação. 3. Desmatamento. 4. Restauração - Áreas
Degradadas. I. Lima, Adriana Silva. II. Lopes, Kilson Pinheiro. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU 581.526.5

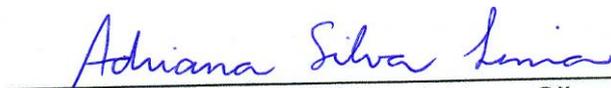
EVANDRO MANOEL DA SILVA

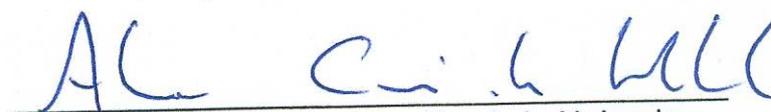
**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS DA
CAATINGA EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

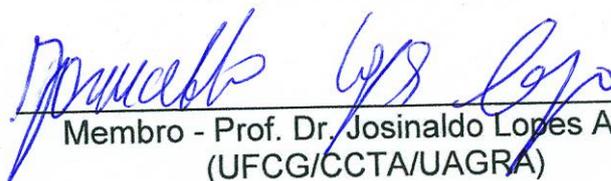
Monografia apresentada à Coordenação Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em 19 de fevereiro de 2013

BANCA EXAMINADORA


Orientadora - Prof^a. Dra. Adriana Silva Lima
(UFCG/CCTA/UAGRA)


Membro – Prof. Dr. Alan Cauê de Holanda
(UFCG/CCTA/UAGRA)


Membro - Prof. Dr. Josinaldo Lopes Araújo
(UFCG/CCTA/UAGRA)

Pombal-PB

2013

DEDICATÓRIA

*Dedico a Deus pelo dom da vida que me concedeu;
aos meus pais, Francisco Manoel e Nazinha Maria;
à minha querida esposa Maria José Filgueira;
e a minha amada filhinha Ellen.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, força, proteção, e por ter me guiado em todos os aspectos nesta jornada;

À professora Dra. Adriana Silva Lima, pela atenção dedicada, amizade, confiança e orientação do trabalho.

Ao professor Dr. Kilson Pinheiro Lopes, pela co-orientação e desenvolvimento das análises estatísticas.

Aos professores Dr. Alan Cauê de Holanda pela participação na correção inicial do trabalho, e Dr. Josinaldo Lopes Araújo por ter contribuído no desenvolvimento dos cálculos das análises dos substratos.

Ao Sr. Francisco, técnico do laboratório de análise de solo do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, pela realização das análises química e física dos substratos.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro concedido durante o trabalho, e à Universidade Federal de Campina Grande pelo fornecimento da estrutura para desenvolvimento da pesquisa.

A todos os colegas que contribuíram direto ou indiretamente na realização deste trabalho, em especial, ao amigo Raimundo Ranier por sua participação na condução dos experimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. Degradação da Caatinga.....	15
2.2. Aspectos envolvidos na produção de mudas	16
2.2.1. Qualidade das mudas.....	16
2.2.2. Características do substrato	20
2.2.2.1. Composição do substrato	20
2.2.2.2. Propriedades físicas do substrato	23
2.2.2.3. Propriedades químicas do substrato	25
2.3. Descrição das espécies.....	27
2.3.1. <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	27
2.3.2. <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	28
2.3.3. <i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild) Poir	29
2.3.4. <i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. Local do estudo	31
3.2. Tratamento e delineamento experimental	31
3.3. Instalação e condução dos experimentos	32
3.4. Análise estatística dos dados	38
3.5. Variáveis analisadas.....	38
4. RESULTADO E DISCUSSÕES	40
4.1. Angico - <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	40
4.1.1. Crescimento	40
4.1.2. Índices de qualidade.....	41
4.2. Pau-ferro - <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	43
4.2.1. Crescimento	43
4.2.2. Índices de qualidade.....	44
4.3. Jurema-preta - <i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild) Poir	46
4.3.1. Crescimento	46
4.3.2. Índices de qualidade.....	47

4.4. Catingueira - <i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz	49
4.4.1. Crescimento	49
4.4.2. Índices de qualidade.....	50
5. CONCLUSÃO	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Composição dos substratos avaliados para a produção de mudas de <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan; <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz; <i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild) Poir. e <i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz. Pombal-PB, 2013.....	32
Tabela 2 – Características químicas e físicas dos substratos utilizados para produção de mudas de <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan; <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz; <i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild) Poir. e <i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz. Pombal-PB, 2013.....	37
Tabela 3 – Altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) das mudas de <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal – PB, 2013.....	40
Tabela 4 - Relação altura de plantas com diâmetro do colo (AP/DC), relação altura de plantas com massa seca da parte aérea (AP/MSPA), relação massa seca da parte aérea com massa da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.....	42
Tabela 5 – Altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) das mudas de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal – PB, 2013.....	43

Tabela 6	- Relação altura de plantas com diâmetro do colo (AP/DC), relação altura de plantas com massa seca da parte aérea (AP/MSPA), relação massa seca da parte aérea com massa da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.....	45
Tabela 7	- Altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) das mudas de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild) Poir produzidas em diferentes tipos de substratos.....	46
Tabela 8	- Relação altura de plantas com diâmetro do colo (AP/DC), relação altura de plantas com massa seca da parte aérea (AP/MSPA), relação massa seca da parte aérea com massa da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild) Poir produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.....	48
Tabela 9	- Altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) das mudas de <i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.....	49
Tabela 10	- Relação altura de plantas com diâmetro do colo (AP/DC), relação altura de plantas com massa seca da parte aérea (AP/MSPA), relação massa seca da parte aérea com massa da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de <i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.....	51

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Sementes para produção de mudas das espécies florestais da caatinga tratadas na pré-semeadura. (A): sementes de <i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. Queiroz após superação de dormência do tegumento com ácido sulfúrico por 10 minutos; (B): sementes de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz e (C): <i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild) Poir. após superação de dormência do tegumento com ácido sulfúrico por 15 minutos; (D): desinfestação de sementes de <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan com hipoclorito de sódio a 2% por 10 minutos.....	33
Figura 2 – Parcela experimental no momento da semeadura (A) e desenvolvimento inicial de mudas após desbaste (B).....	34
Figura 3 – Substratos e tubetes utilizados na produção de mudas das espécies florestais da caatinga. (A): substrato composto de solo de barranco + esterco bovino + areia + casca de arroz carbonizada na proporção 3:1:1:1; (B): substrato composto de solo de barranco + esterco ovino + areia + casca de arroz carbonizada na proporção 3:1:1:1; (C): Substrato comercial Basaplant; (D): tubetes de 270 cm ³	35

RESUMO

SILVA, E. M. **Produção de mudas de espécies florestais da Caatinga em diferentes substratos**. Pombal: UFCG, 2013. 63 f. Monografia (Graduação em agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB.

As espécies florestais da Caatinga são grandes responsáveis na manutenção do ecossistema e pela renda de parte da população do semiárido brasileiro, porém, o desmatamento e as queimadas são efetuados de maneira irracional para abertura de áreas para o cultivo, produção de pastagens e exploração de lenha. Isto vem resultando em degradações de solos e perda da biodiversidade na região semiárida. Uma alternativa que pode contribuir na restauração de áreas degradadas na Caatinga é a produção de mudas de espécies do Bioma, com maior resistência ao transplante e às condições de campo. O trabalho teve como objetivo avaliar e recomendar substratos para produção de mudas de quatro espécies florestais de ocorrência na Caatinga, com potencial na restauração de áreas degradadas. Devido à importância econômica e ambiental na região e a potencialidade na sucessão ecológica em restauração de áreas degradadas, as espécies estudadas foram: angico - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, pau-ferro - *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz, jurema preta - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir e catingueira - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz. No trabalho, cada espécie correspondeu a um experimento, dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Avaliaram-se os substratos compostos de solo de barranco; solo de barranco + esterco bovino curtido + areia + casca de arroz carbonizada; solo de barranco + esterco ovino curtido + areia + casca de arroz carbonizada e substrato comercial basaplant. Foram avaliados parâmetros de crescimento como altura de plantas, diâmetro do colo, matéria fresca da parte aérea e da raiz, matéria fresca total, matéria seca da parte aérea e da raiz e matéria seca total, e os índices de qualidade: relação altura de plantas/diâmetro do colo, relação altura de plantas/massa seca da parte aérea, relação massa seca da parte aérea/massa seca da raiz, e o índice de qualidade de Dickson. O substrato composto a base de solo de barranco é indicado para produção de mudas de angico, pau-ferro e catingueira, enquanto que para as mudas de jurema-preta recomenda-se o substrato composto de solo de barranco, esterco bovino curtido, areia e casca de arroz carbonizada.

Palavras-chave: Desmatamento, degradação, biodiversidade e restauração.

ABSTRACT

SILVA, E. M. **Caatinga forest species seedlings production in different substrates**. Pombal: UFCG, 2013. 62 f. Monografia (Graduação em agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB.

Caatinga forest species have great responsibility for ecosystem maintenance and Brazilian semiarid region population income; however deforestation and fires are made so irrational for opening up areas for cultivation, pasture production and firewood exploitation. This has resulted in soil degradation and biodiversity loss in semiarid region. An alternative that can help in degraded restoration areas in the Caatinga is the production species seedlings of Biome, with greater resistance to transplanting and field conditions. The study aimed to evaluate and recommend substrates for production of seedlings of four forest species occurring in the Caatinga, with potential for restoration of degraded areas. Because of the economic and environmental potential in region and ecological succession in degraded areas restoration, species studied were: angico - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, pau-ferro - *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz, jurema preta - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir and catingueira - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz. In this study, each species corresponded to an experiment arranged in a completely randomized design with four treatments and four replications. The substrates evaluated were composed of soil, soil + cattle manure + sand + rice hulls; solo + sheep manure + sand + rice hulls and commercial substrate. The growth parameters evaluated were plant height, stem diameter, fresh shoot weight and root, shoot dry weight and root and total dry matter, and quality indices: relative plant height / diameter ratio, relative plant height / Dry weight of shoot, dry weight ratio of shoot / root dry mass, and the Dickson quality index. The substrate consists of soil is indicated for angico, pau-ferro and catingueira seedling production, while for jurema seedlings production recommended substrate composed soil, cattle manure, sand and rice hulls.

Keywords: deforestation, degradation, biodiversity and restoration.

1. INTRODUÇÃO

O processo de degradação no bioma Caatinga está avançando cada vez mais sobre a região semiárida do Nordeste brasileiro. É possível que como principais causas, destacam-se o desmatamento em cortes rasos para exploração de lenha e abertura de novas áreas para produção de pastagens e para a prática da agricultura. De acordo com Sampaio et al. (2003) este sistema extrativista associado aos rigorosos fatores abióticos tem causado problemas socioeconômicos e ecológicos, resultando na degradação de vastas áreas do Semiárido do Nordeste do Brasil.

Assim como em todos os biomas, na caatinga a taxa de recuperação florística natural é muito baixa em relação à taxa de exploração, resultando na rápida degradação do solo e na perda de espécies vegetais. Desta forma, fazem-se necessários estudos direcionados à busca de alternativas para reverter este cenário, que invariavelmente tem levado a degradação das terras na região semiárida, conduzindo-as a desertificação (GALINDO et al., 2008).

Uma das alternativas para auxiliar na restauração de áreas degradadas na caatinga é a produção de mudas de qualidade de espécies de ocorrência na região. No entanto, para que se obtenha mudas de qualidade, é necessário que as mesmas sejam produzidas em substrato adequado, dando importância ao baixo custo e a disponibilidade dos materiais para confecção.

Mudas de qualidade apresentam grande importância na restauração de áreas degradadas, pois, mudas vigorosas introduzidas em campo no ambiente degradado apresenta maior capacidade de sobrevivência sob condições adversas, auxiliando no processo de recolonização da área degradada.

De acordo com Oliveira et al. (2008) para obtenção de mudas de qualidade, é necessário que o substrato apresente propriedades físicas e químicas adequadas ao desenvolvimento das plantas. Estes autores definem que a germinação de sementes, o início do crescimento radicular e da parte aérea está associada à boa capacidade de aeração, drenagem, retenção e disponibilidade de água apresentada pelos substratos.

Materiais orgânicos têm sido utilizados para a formulação de substratos na produção de mudas, havendo necessidade de se determinar os mais adequados para o desenvolvimento de cada espécie (GUIMARÃES et al., 2006). Tradicionalmente, o esterco bovino é utilizado como material orgânico na

composição de substratos para produção de mudas das mais diversas espécies, desde hortícolas até arbóreas (PAIVA SOBRINHO et al., 2010). Na região do semiárido nordestino a criação de caprinos e ovinos também possibilita que seus esterco sejam utilizados em substratos para produção de mudas, havendo necessidade de avaliar o melhor para cada espécie (DANTAS et al., 2009).

A areia torna-se fundamental na composição de substratos, uma vez, que influencia sobre as propriedades físicas, promovendo alterações na composição textural, pelo qual reflete sobre a porosidade e capacidade de drenagem. Para Smiderle; Minami (2001) um bom substrato para a produção de mudas deve proporcionar quantidades adequadas de espaço poroso para facilitar a drenagem e o fornecimento de oxigênio, indispensável no processo de germinação e desenvolvimento radicular.

Outra alternativa na composição de substratos é a casca de arroz carbonizada que possui macroporosidade superior a 42% e porosidade total acima de 80%, sendo essas características ideais para substratos utilizados em recipientes com pequeno volume (PUCHALSKI; KÄMPF, 2000).

Nos projetos de revegetação de áreas degradadas, tem sido explorado o potencial das espécies nativas regionais, supostamente melhor adaptadas às condições edafoclimáticas, o que facilita o restabelecimento do equilíbrio entre a fauna e a flora (FERNANDES et al., 2000).

O angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) é uma espécie rústica de ocorrência na Caatinga, considerada de sucessão secundária, adaptada a terrenos secos, crescem bem em solos pobres e degradados, podendo ser utilizada na restauração de áreas degradadas (LORENZI, 2002). Apresenta múltiplos usos sendo a madeira utilizada na construção civil e na carpintaria e produção de carvão vegetal, as folhas constituem uma ótima forragem para ovinos e bovinos e a casca bastante utilizada na medicina popular (PEREIRA, 2011).

O pau-ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) é outra espécie de predominância na Caatinga, se enquadra como secundária inicial, podendo ser aproveitada para plantio em áreas degradadas (SANTOS, 2008; PEREIRA, 2011). Além disso, possui alto potencial melífero e os frutos servem de alimento para animais silvestres. A madeira é utilizada em forma de vigas, estacas e caibros na construção civil. As folhas têm potencial forrageiro, e na medicina popular a tintura

da vagem é recomendada para estancar hemorragias e em compressas contra luxações (PEREIRA, 2011).

A jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) predomina nas áreas semiáridas de Caatinga dos estados do Nordeste Brasileiro. É uma espécie recomendada para a primeira fase de restauração florestal de áreas degradadas, pois se destaca como planta pioneira e rústica, com maior resistência ao corte e ao fogo. A jurema preta é bastante utilizada para exploração de madeira, na medicina caseira e veterinária popular. As folhas e vagens da planta são utilizadas como forragem pelos bovinos, caprinos e ovinos e sua flores possuem alto potencial melífero (MAIA, 2004).

Outra espécie de ocorrência na Caatinga é a catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz). A planta é característica da Caatinga, pioneira na sucessão ecológica, com alta resistência à seca, adaptando-se a diversos tipos de solos, incluindo os mais pobres, secos e rasos (MAIA, 2004). É uma espécie que pode ser utilizada na alimentação animal. Sua madeira é bastante empregada na produção de estacas, mourões, lenha e carvão. Na medicina popular o chá da casca é usado para o combate da hepatite e anemia (PEREIRA, 2011).

As espécies de ocorrência na Caatinga desempenham importante papel socioeconômico e ambiental na região semiárida, e parte delas possuem grande potencial na restauração de áreas degradadas no bioma. Entretanto, poucos são os estudos voltados para estratégias de produção de mudas de qualidade para propagação destas espécies. Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar e recomendar substratos para produção de mudas de quatro espécies florestais de ocorrência na Caatinga, com potencial na restauração de áreas degradadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Degradação da Caatinga

O Bioma Caatinga possui uma área aproximada de 826,411 km². Estende-se pelo estado do Ceará, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, além de pequenas porções de Minas Gerais e do Maranhão (MMA, 2011).

A origem do termo caatinga vem do tupi-guarani, CAA= mata e TINGA= branca, mata branca, o que caracteriza a paisagem no período de estiagem quando a vegetação perde as folhas e fica com um aspecto seco e sem vida (ALVES, 2007).

O bioma Caatinga é considerado uma das 37 grandes regiões geográficas do planeta (AGUIAR et al., 2002). A savana estépica como é conhecida, é considerada um dos biomas brasileiros menos conhecidos, razão pelo qual sua diversidade biológica tem sido subestimada (MMA, 2002).

A caatinga tem sido bastante modificada pelo homem e atualmente é um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades humanas, já que seus solos estão sofrendo um processo de perda intensa de fertilidade, devido à substituição da vegetação natural por culturas. É nessa região que estão localizadas, por exemplo, as maiores áreas que passam por processo de desertificação (FRANCO, 2008).

Na caatinga é comum a prática do extrativismo vegetal pela eliminação total da vegetação, com posterior eliminação dos restos vegetais através da queima, seguido do reaproveitamento da área para exploração agrícola ou produção de pastagem nativa para pecuária. Após o esgotamento produtivo do solo em consequência da falta de manejo conservacionista, as áreas exploradas são abandonadas e outras são abertas, procedendo-se o ciclo de degradação.

Na maioria dos casos, as atividades econômicas são acompanhadas de desmatamentos indiscriminados da caatinga que associados à fragilidade natural desse bioma trazem sérias consequências como comprometimento dos recursos hídricos, erosão, salinização e compactação dos solos, redução da diversidade biológica e da produção primária, entre outros. Onde, essas alterações provocam uma redução drástica na qualidade de vida do sertanejo, sobretudo quando este pertence aos grupos que possuem as rendas mais baixas (ALVES, 2008).

Na mesoregião do Sertão Paraibano, a lenha e o carvão vegetal ainda representam importantes fontes de energia, tanto para uso domiciliar quanto para atividades econômicas como padarias, saboarias, olarias, dentre outras. Essas necessidades vêm contribuindo para a derrubada indiscriminada das espécies de médio e de grande porte e pelo aumento na pressão sobre o revestimento florístico remanescente (LEMOS, 2000).

De acordo com Machado et al. (1997) o manejo sustentável do bioma caatinga implica na adoção de um programa de manejo racional de seus recursos naturais, incluindo a preservação da biodiversidade de espécies nativas e a reintrodução de espécies arbóreas da região, atualmente bastante exploradas para fins de comercialização de lenha e de carvão vegetal.

Para reintrodução das espécies de ocorrência na Caatinga é necessário estudos visando estabelecer estratégias para produção de mudas de boa qualidade. Neste sentido, há poucos trabalhos avaliando substratos. Desse modo, cabe a necessidade de avaliar substratos adequados e de baixo valor aquisitivo, para produção de mudas de qualidade de espécies florestais de ocorrência na Caatinga, pioneiras ou secundárias iniciais na sucessão ecológica, cujo possam auxiliar na restauração de áreas degradadas no bioma.

2.2. Aspectos envolvidos na produção de mudas

2.2.1. Qualidade das mudas

Para que um programa de reflorestamento obtenha êxito, é notória a necessidade de produzir mudas de qualidade superior, uma vez que a maior resistência as condições adversas do meio e o menor tempo gasto para sua formação, são fatores decisivos no seu sucesso (CRUZ et al., 2004). Para Silva et. al (2003), é a qualidade das mudas que garantirá a qualidade do plantio, assim como um menor índice de mortalidade e conseqüentemente, de replantio.

O plantio de mudas no campo com qualidades variadas pode resultar em maior índice de mortalidade nos primeiros anos (FREITAS; KLEIN, 1993) e, conseqüentemente, resultar na necessidade de replantio, sendo esta uma operação bastante onerosa, podendo ser dispensável quando a sobrevivência for elevada pela

qualidade uniforme das mudas (NOVAES, 1998). De acordo com Carneiro (1995) mudas de boa qualidade apresentam maior crescimento inicial no campo e diminui a frequência dos tratos culturais, minimizando os custos de implantação do povoamento.

Para Gomes et al. (2002) a produção de mudas com características específicas, visa uma maior uniformização de crescimento, tanto da altura, como do sistema radicular, promovendo, após o plantio, maior resistência às condições adversas encontradas no campo.

Cabe destacar que a sobrevivência, o estabelecimento, a frequência dos tratos culturais e o crescimento inicial das florestas são avaliações necessárias para o sucesso do empreendimento florestal, o que está diretamente relacionado com a qualidade das mudas por ocasião do plantio (FONSECA, 2000). Da mesma forma, o potencial genético, as condições fitossanitárias e a conformação do sistema são importantes para a boa produtividade dos povoamentos florestais (CARVALHO, 1992).

De acordo com Sturon; Antunes (2000), Gomes et al. (2002), na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, são levados em consideração parâmetros que baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, denominados de fisiológico, sendo que, na prática, são mais utilizados os parâmetros morfológicos, devido sua facilidade.

Contudo, tanto a qualidade morfológica quanto a fisiológica dependem da carga genética e da procedência das sementes, das condições ambientais, dos métodos e técnicas de produção, das estruturas e dos equipamentos utilizados e, por fim, do tipo de transporte dessas para o campo (PARVIAINEN, 1981), incluindo manejo da irrigação, fertilização, sombreamento, micorrização, aclimatação, tipo de recipiente e de substrato, dentre outras (CARNEIRO, 1995).

Parâmetros morfológicos como altura de planta e massa fresca e seca da parte aérea podem indicar o estado vigoroso das mudas, voltados para sua capacidade de crescimento e acúmulo de reservas. Gomes et al. (2002) afirmaram que a altura poderá ser utilizada na estimativa da qualidade de mudas, além de sua medição ser muito fácil e não ser um parâmetro destrutivo. De acordo com Parviainen (1981) a altura da parte aérea é considerada um dos parâmetros mais utilizados na classificação e seleção de mudas. Contudo, Gürth (1976) definiu que

mudas com maiores alturas, apresentaram balanço desfavorável entre as partes radicial e aérea, tendo menor probabilidade de sobrevivência no campo após o plantio. Segundo Gomes; Paiva (2004) a utilização da altura da parte aérea de mudas de espécies florestais, como único critério para avaliação de mudas de qualidade, pode apresentar deficiência no julgamento quando se espera alto desempenho dessas, principalmente nos primeiros meses após o plantio.

O diâmetro do colo pode exprimir o grau de robustez, pois, de acordo com Paiva Sobrinho et al. (2010) plantas com menor diâmetro do caule tendem a apresentar dificuldades para se manterem eretas após o plantio, podendo resultar em tombamento, morte ou deformações, comprometendo o seu valor. Segundo Souza et al. (2006), dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

Carneiro (1995) definiu que ao se determinar o peso da matéria fresca e seca das mudas como parâmetro de qualidade deve-se considerar peso da matéria fresca e seca da parte aérea; peso da matéria fresca das raízes; matéria fresca e seca total e percentagem de raízes. Azevedo (2003) considera a produção de matéria seca como um dos melhores parâmetros para representar a qualidade das mudas.

Fonseca et al. (2002) afirmam que os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas não devem ser utilizados isoladamente para classificação do padrão da qualidade de mudas, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores mas com maior vigor. Desse modo, para melhor classificação de mudas, devem-se utilizar, além do conjunto de parâmetros morfológicos de crescimento, as relações entre estes parâmetros para formação de índices que indicarão a qualidade das mudas.

Entre alguns parâmetros morfológicos, consideram-se altura da parte aérea, diâmetro do colo, peso da matéria seca e verde, total das partes aérea e subterrânea, e índices de qualidade, como relação entre parte aérea e diâmetro do colo que inferi a rigidez da haste e a relação entre partes aérea e subterrânea (STURIUM, 1980). E ainda, o índice de qualidade de Dickson.

A relação entre altura da parte aérea e diâmetro do colo foi caracterizada por Carneiro (1985) como o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no viveiro, pelo qual constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o

crescimento das mudas após o plantio. Gomes et al. (2002) estudando parâmetros morfológicos de mudas de *Eucalyptus grandis*, chegou a conclusão que a adoção da altura e da relação altura/peso de matéria seca da parte aérea deve ser considerada, pelo fato de terem sido parâmetros que apresentaram boa contribuição relativa ao padrão de qualidade das mudas.

De acordo com Parviainen (1981) a relação do peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca das raízes pode ser considerada como um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas. Além disso, a relação da altura de plantas com o peso da massa seca da parte aérea indica o acúmulo de massa seca por unidade de crescimento da muda, demonstrando o seu grau de rustificação.

O índice qualidade de Dickson torna-se outro fator importante na determinação da qualidade de mudas, pois, este índice pondera os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade, como massa seca total, altura de planta, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, haja vista que, em seu cálculo são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda (FONSECA et al., 2002).

Na classificação de qualidade de mudas, tanto utilizando parâmetros morfológicos de crescimento, como índices de qualidade, deve-se levar em consideração que as mesmas sejam desenvolvidas em condições ambientais semelhantes, fato que as variações podem desuniformizar o desenvolvimento das plantas (FONSECA et al., 2002).

De acordo com Santos et al. (2000), entre os fatores que influenciam na produção de mudas de espécies florestais, destacam-se, além das condições ambientais, a semente, o substrato e o recipiente utilizado, os quais vão refletir diretamente na qualidade do produto final. Por isso, na busca constante de melhor produtividade dos reflorestamentos e do sucesso na restauração de áreas degradadas, a qualidade da muda tem sido abordada em trabalhos de pesquisa que tem procurado definir os melhores tamanhos, tipos de recipientes e substratos, adequando-os à produção de mudas de qualidade desejável, produzidas a baixo custo.

2.2.2. Características do substrato

O substrato se destaca como um principal fator responsável pela produção de mudas de qualidade, já que desempenha função de disponibilizar parte dos recursos necessários ao crescimento inicial de plantas que se deseja produzir.

Para ser considerado como um bom substrato é essencial que este apresente boa uniformidade em sua composição; homogeneidade, baixa densidade; capacidade de absorver e reter água e fornecer nutrientes às plantas (BORTOLINE, 2009). Deve apresentar boa porosidade, a ponto de permitir a drenagem do excesso de água durante as irrigações e chuvas; ser livre de substâncias tóxicas, pragas, doenças, ser abundante e economicamente viável (WENDLING, et al., 2002; MELLO et al., 2003), e proporcionar maior facilidade na retirada da muda do recipiente por ocasião do plantio em campo (ANDRADE NETO et al., 1999). Além disso, o substrato deve apresentar ótima adesão entre as partículas ou aderência junto às raízes e ser preferencialmente um meio estéril (COUTINHO; CARVALHO, 1983)

Portanto, são várias propriedades que o substrato deve apresentar para se tornar um produto desejável na produção de mudas de qualidade. Desta forma, torna-se difícil encontrar um material que, isoladamente, atenda a todas as exigências da espécie a ser cultivada (SANTOS, 2000). Assim, uma estratégia utilizada é a mistura de dois ou mais materiais para a obtenção de um substrato adequado e de boa qualidade (BACKES, 1989). O ideal é utilizar materiais de fácil disponibilidade na região para diminuir os custos de produção, e que promova a formação de um substrato que exerça influência positiva na arquitetura do sistema radicular, no estado nutricional das plantas, assim como na translocação e retenção de água (SPURR; BARNES, 1982; VIEIRA, 1998).

2.2.2.1. Composição do substrato

Para produção de mudas de qualidade, é necessário que se tenha um substrato que ofereça as condições necessárias para o desenvolvimento inicial das plantas. Desta forma, há necessidade de promover misturas de materiais, para obtenção de substratos adequados. De acordo com Wendling et al. (2002); Fonseca (1988) na produção de substratos são feitas combinações de diferentes tipos de materiais, como terra de subsolo, terra de mato, composto orgânico, composto de

lixo, cama de aviário, esterco bovino e ovino, lodo de esgoto, vermicomposto, vermiculita, perlita, moinha de carvão, casca de arroz carbonizada, casca de árvores, areia, serragem, bagaço de cana, acículas de *Pinus* sp. e turfa. Segundo Bortoline (2009), são essas combinações que podem melhorar as propriedades químicas e físicas do substrato final.

Na composição do substrato, a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade e fornecimento de parte dos nutrientes para o crescimento de plântulas (PAIVA SOBRINHO et al., 2010). As fontes mais comuns de matéria orgânica que contêm macro e micronutrientes são os adubos orgânicos. Para estes, não se deve levar em consideração somente o conteúdo de nutrientes, mas também seu efeito sobre o solo ou substrato como: processos microbianos, aeração, estrutura, capacidade de reter água, além da regulação da temperatura do meio (PONS, 1983).

A utilização de materiais de origem animal e vegetal para formação do composto orgânico são os mais variados, como esterco bovino, equino, suíno, resíduos de abatedouro de aves, palhas de cereais, leguminosas, resíduos de culturas, folhagem, gramíneas, ramos verdes, casca e serragem, ou quaisquer outros detritos vegetais (CALDEIRA et al., 2008).

A vermiculita é outro composto bastante utilizado na composição de substratos. Segundo Monis (1975), depois de expandida, a vermiculita apresenta grande aumento na sua capacidade de retenção de água, de ar e nutrientes disponíveis para as plantas, e que, depois do processo de industrialização, se torna um material leve, puro, esterilizado, não combustível, insolúvel em água e solventes orgânicos, não sendo tóxica, abrasiva nem deteriorável; apresenta ainda, alta capacidade de troca catiônica e de absorção de um grande volume de água e outros líquidos. Neves et al. (1990) considera que a vermiculita pode limitar o crescimento de mudas por possuir excesso de magnésio em relação a cálcio, excesso de potássio e, principalmente, grande carência de micronutrientes. Então, é necessário melhorar essas características químicas, empregando-se misturas com terra, casca de *Pinus*, turfa, moinha de carvão e outros materiais.

Outra fonte possível é a casca de arroz, que pode ser utilizada após ser carbonizada. Seu uso auxilia o meio-ambiente, por ser um resíduo aproveitado da indústria arroseira, e, além disso, tem baixo custo, reduzindo, desta maneira, o custo

de produção da muda (KLEIN et al., 2002). Segundo Minami (1995), a casca de arroz carbonizada possui forma floculada, é leve, de fácil manuseio, com, pH levemente alcalino, rica em cálcio e potássio, e livre de nematóides e patógenos devido ao processo de carbonização. Segundo Guerrini; Trigueiro (2004) a casca de arroz carbonizada é um material leve e inerte à hidratação, a sua adição ao substrato gera um acréscimo na porosidade e um aumento no percentual de macroporos.

Vários trabalhos demonstraram a influência da mistura de substratos para produção de mudas de espécies florestais. Carvalho filho et al. (2003), concluiu que para produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), é recomendada uma mistura de substratos contendo solo, areia e esterco (1:2:1). Neves et al (2010) observaram que substratos à base de solo e lodo esgoto; solo e esterco bovino; solo e fibra de coco; proporcionaram os maiores valores em relação à testemunha (apenas solo) para matéria seca da parte aérea e raiz, índice de velocidade de emergência e altura da plantas de moringas (*Moringa oleifera* Lam). Oliveira, et al, (2008) recomendaram substratos compostos por húmus de minhoca, casca de amendoim processada e turfa para a produção de mudas de cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden), acácia (*Acacia holocercica* A. Cunn. ex G. Don) e aroeirinha (*Schinus terebinthifolius* Raddi).

Contudo, há espécies florestais que apresentam melhor desenvolvimento em substrato composto apenas de solo existente na sua região de ocorrência. Paiva Sobrinho et al. (2010) testando substratos na produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), cumbarueiro (*Dipteryx alata* Vog.) e a cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC), existentes no Cerrado, concluíram que a utilização do solo existente na região onde ocorrem as espécies, é o indicado para a produção de mudas das espécies avaliadas, sendo que a adição de esterco bovino ou casca de arroz carbonizada a esse solo interferiu negativamente no desenvolvimento das mudas. Os autores explicam que esta ocorrência foi devida as espécies serem adaptadas às condições edáficas do solo do Cerrado que possui condições necessárias para o desenvolvimento das plantas, e que a adição de esterco bovino e/ou casca de arroz carbonizada pode ter levado a um desequilíbrio na oferta de nutrientes por parte do substrato. Resultados semelhantes foram observados por Dantas et al. (2009), que trabalhando com mudas de catingueira (*Poincianella*

pyramidalis (Tul.) L.P.Queiroz), perceberam que solo coletado em região de Caatinga, onde predomina a espécie, independentemente do uso de areia e esterco, possibilitou maior crescimento das mudas da espécie.

2.2.2.2. Propriedades físicas do substrato

A escolha do material para confecção de substratos torna-se um aspecto importante na produção de mudas, pois, são estes materiais que atribuem as características físicas e químicas dos substratos, os quais influenciam diretamente na qualidade das mudas.

Milner (2001) define que as propriedades físicas de um substrato são primariamente mais importantes que as propriedades químicas do mesmo, já que as primeiras não podem ser facilmente modificadas. O mesmo autor ainda define que as características físicas de maior importância para determinar o manejo dos substratos são granulometria, porosidade e curva de retenção de água. Lacerda et al. (2006) considera que dentre as propriedades físicas mais importante dos substratos, estão a porosidade total, aeração, retenção de água e a densidade.

Os conceitos de espaço de aeração e água disponível estão alicerçados na curva de retenção de água. O espaço de aeração é caracterizado como volume de macroporos preenchidos com ar, em condições de saturação hídrica e após livre drenagem. Nas mesmas condições, a água disponível se refere aos microporos preenchidos com água. O conhecimento da curva de retenção de um determinado substrato permite ao produtor programar o manejo mais adequado da irrigação, na medida em que ele pode determinar a quantidade de água a ser aplicada para uma espécie vegetal específica, cultivada num determinado recipiente (FERMINO, 2002). A curva de retenção, ou disponibilidade, de água de um meio é o resultado da relação entre a umidade volumétrica e a tensão de umidade do meio (MILKS et al., 1989). Maior volume de água disponível a baixas tensões representa menor gasto de energia pela planta para absorvê-la (FERMINO, 1996).

Pode-se determinar que a origem dos materiais, sistema de coleta, condições de trituração e peneiras utilizadas, entre outros, são os responsáveis pela variabilidade da granulometria dos materiais utilizados na confecção de substratos (ANSORENA, 1994). A distribuição do tamanho das partículas, ou seja, a granulometria tem influência determinante sobre o volume de ar e água retida pelo

substrato (WALLER; WILSON, 1984). Partículas com maior diâmetro são responsáveis pela formação de macroporos, enquanto que partículas de menor diâmetro são responsáveis pela formação de microporos, que corresponde à capacidade de retenção hídrica do substrato (ZANETTI et al., 2013; KÄMPF, 2000).

São os macroporos que determinam os movimentos de água no recipiente e a drenagem, como também, tem a responsabilidade de efetuar as trocas gasosas entre o substrato e atmosfera (LACERDA et al., 2006). Com isso, promovendo a difusão de oxigênio para as raízes (SOUZA et al.; 1995).

A porosidade total é outro aspecto importante a ser considerado sobre as propriedades físicas dos substratos, sendo que este é tido como o somatório da macro e microporosidade. De acordo com Fonteno (1981), a porosidade total de um substrato é o volume do meio não ocupado pela fração sólida, podendo ser medida pela quantidade de água retida quando o material encontra-se saturado. Para Martínez (2002) os microporos são aqueles de tamanho inferior a 30 μm que permanecem com água, enquanto que os macroporos com tamanho superior a 30 μm são preenchidos por ar, sendo responsáveis pela aeração, infiltração e drenagem de água.

A densidade de um substrato é tida como a relação entre seu peso seco e o volume deste (CARNEIRO, 1995). Através da densidade é possível fazer inferências sobre outras características de um substrato, como porosidade, espaço de aeração e disponibilidade de água (FERMINO, 2003).

O conhecimento do valor da densidade volumétrica tem várias aplicações, como no cultivo em recipientes, servindo como parâmetro para o manejo da irrigação, transporte e caracterização. Na análise de nutrientes com referência à massa da amostra, a densidade é indispensável para a interpretação dos laudos e recomendações práticas (FERMINO; KÄMPF, 2012).

Conforme Kämpf (2000) a densidade do substrato pode auxiliar na seleção do recipiente a ser utilizado na produção de mudas, pois misturas muito leves são próprias para bandejas, enquanto as de alta densidade são mais adequadas para recipientes maiores. O mesmo autor ainda ressalta que quanto mais alta a densidade, mais difícil torna-se o cultivo no recipiente, quer pela limitação no crescimento das mudas, ou pelo custo do transporte. Assim, alguns cuidados extras devem ser adotados no ato do preenchimento dos recipientes com substratos, pois,

de acordo com Kämpf et al. (1999) podem ocorrer alterações na densidade de um substrato, quando uma força é empregada no empacotamento da amostra em determinado volume.

2.2.2.3. Propriedades químicas do substrato

Embora as propriedades físicas dos substratos sejam fundamentais pela produção de mudas de qualidade, é necessário que os substratos apresentem, também, boas propriedades químicas, aos quais influenciam no suprimento e absorção de água e nutrientes às plantas.

As propriedades químicas mais importantes são o pH, a capacidade de troca catiônicas (CTC) e o teor total de sais solúveis, pois podem modificar o suprimento dos nutrientes (VERDONOK, 1984; KÄMPF, 2000).

A importância do valor do pH no crescimento das plantas é devido ao efeito deste sobre a disponibilidade de nutrientes, principalmente dos micronutrientes. A acidez pode atuar de maneira direta sobre as plantas, ocasionando injúrias, ou de forma indireta afetando a disponibilidade de nutrientes como nitrogênio, enxofre e potássio, e produzindo condições bióticas desfavoráveis à fixação do nitrogênio e à atividade de micorrizas, ou ainda aumentando a infecção por alguns patógenos (WALLER; WILSON, 1984). Se um pH desfavorecer a planta, poderá favorecer o patógeno. Em geral, os fungos desenvolvem-se bem numa faixa de pH entre 4,5 a 6,5, enquanto bactérias preferem de 6,0 a 8,0 (AGRIOS, 1997).

Siqueira (1987) recomenda que o valor do pH em água para a maioria das espécies florestais deve estar entre 5,5 e 6,5. Kämpf (2000) afirma que a variação do pH dos substratos pode estar em função de sua composição, sendo que substratos com predominância de matéria orgânica deve ter uma faixa ideal de pH entre 5,0 e 5,8, enquanto que para aqueles à base de solo mineral, entre 6,0 e 6,5.

A capacidade de trocas catiônicas (CTC) de um substrato é a capacidade que suas partículas sólidas têm de adsorver e trocar cátions, indicando a capacidade de manutenção destes nutrientes, e também, a valiosa informação do potencial de fertilidade do substrato (KÄMPF, 2000; CARNEIRO, 1995). O tamanho das partículas do substrato é um fator que afeta a CTC, pois quanto menor a partícula, maior será a superfície específica com pontos de troca. A Matéria orgânica

humificada possui partículas muito pequenas, apresentando alta CTC e contribuindo significativamente para a melhoria dessa propriedade no substrato (CARNEIRO, 1995).

A condutividade elétrica (CE) indica a capacidade da solução em conduzir corrente elétrica na solução do substrato, ao qual auxilia na estimativa de sua própria salinidade (SODRÉ et al., 2005). A principal unidade de medida da CE é dS m^{-1} , sendo que para cada aumento unitário de CE, de maneira geral, há um acúmulo de 640 mg de sais / litro de solução (DIAS et al. 2003). Assim, quanto maior a CE, maior será o nível salino no substrato.

A presença de sais interfere no potencial hídrico do substrato, reduzindo o gradiente de potencial entre o substrato e a superfície da semente, restringindo a captação de água pela semente, e reduzindo as taxas de germinação (LOPES et al., 2008). Cada espécie possui um nível de tolerância à salinidade, no entanto, maior concentração de sais na solução, exige de certa forma, maior dispêndio de energia para a planta conseguir absorver água, prejudicando seus processos metabólicos (TOMÉ JUNIOR, 1997). O aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis na solução do substrato poderá atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico e, em consequência, a planta não irá absorver água, e conseqüentemente nutriente, devido à condição de estresse hídrico, sendo este processo denominado de seca fisiológica, ocasionado pelo efeito osmótico (DIAS; BLANCO, 2010).

Os efeitos do acúmulo excessivo dos sais solúveis nas plantas podem ser causados pela dificuldade de absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos, reduzindo o crescimento e desenvolvimento (DIAS, et al., 2003). Altos teores de sais nos substratos podem provocar necrose e queima nas raízes das plantas, crescimento desuniforme e folhas de coloração verde azuladas, relativamente grossas, cerosas, podendo apresentar queimaduras marginais, aos quais afetam o crescimento das mudas (MORAIS NETO et al., 2001; DIAS, et al., 2003).

Para a obtenção de mudas de qualidade, o substrato deve apresentar boas propriedades físicas, pH e condutividade elétrica em níveis adequados. Contudo a fertilidade do substrato torna-se um fator essencial na produção de mudas. Ceconi et al. (2006) ressalta que os substratos devem possuir nutrientes disponíveis e de

forma equilibrada, para que as mudas se desenvolvam adequadamente tanto em altura, como em diâmetro e produção de biomassa. Assim, quando se deseja produzir substratos que apresentem boa fertilidade e de custo de reduzido, deve-se dar ênfase aos materiais que irão compor a mistura, como os produtos de origem orgânica, principais responsáveis pela disponibilidade de nutrientes em substratos alternativos.

As espécies florestais apresentam exigências nutricionais distintas, entretanto a ausência de nutrientes como cálcio e fósforo, geralmente interfere negativamente no desenvolvimento, sendo que as concentrações são distintas em função da espécie (SIQUEIRA, 1995). De maneira geral, é necessário que os substratos apresentem todos os nutrientes essenciais à formação das mudas.

2.3. Descrição das espécies

2.3.1. *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan

Vulgarmente conhecida como angico, angico-branco, angico-vermelho, angico-fava, a espécie pertence à família Fabacea/Mimosoideae e pode chegar até 30 metros de altura a depender das condições climáticas da área em que cresce. É caracterizada por possuir folíolos curtos e dilatados na porção mediana, com proeminente venação secundária (RODRIGUES, 2005). Suas flores são de brancas a amareladas, perfumadas e estão dispostas em inflorescências terminais (CARVALHO, 2002). É encontrada nos estados do Nordeste incluindo Ceará, Piauí, Paraíba, Sergipe e Bahia, na Mata Atlântica, no Cerrado, no Pantanal Matogrossense, além de outros países como Argentina, Peru e Paraguai (PEREIRA, 2011; QUEIROZ, 2009).

É uma espécie usada em programas de reflorestamento, considerada de sucessão secundária, adaptando-se bem em áreas onde já ocorre uma vegetação estabelecida. Na arborização urbana as flores apresentam uma exuberância que qualifica esta espécie a ser utilizada em parques, praças e jardins (PEREIRA, 2011). De acordo com Lorenzi (2002) devido à rusticidade e adaptação a terrenos secos, as diversas espécies de angico são recomendadas para recuperação ambiental, pois crescem bem em solos pobres e degradados, por isso podem ser utilizadas para

recuperação de áreas degradadas, ou mesmo, na arborização urbana e no paisagismo.

Quanto à utilidade esta espécie apresenta múltiplos usos sendo a madeira utilizada na construção civil e na carpintaria. É muito utilizada para produção de carvão vegetal e as folhas constituem uma ótima forragem para ovinos e bovinos. Na medicina popular a casca através da infusão, xarope, maceração e tintura funcionam como adstringentes e peitorais (PEREIRA, 2011).

2.3.2. *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz

Conhecida como pau-ferro, jucá, pau-de-jucá, muiará-obi, a espécie é uma Fabacea/Caesalpinioideae ocorrente em todos os estados do Nordeste, na Caatinga arbórea e arbustiva (PEREIRA, 2011), Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. É uma planta arbórea, podendo apresentar de quatro a quinze metros de altura. O tronco apresenta casca lisa e acinzentada, descamante, revelando a entrecasca verde e deixando o tronco variegado. As folhas são bipinadas com quatro pares de folíolos e Inflorescência como panícula terminal multirramosa. As flores de coloração amarela possuem cerca de um cm de diâmetro (QUEIROZ, 2009).

A planta pode ser aproveitada para plantio em áreas degradadas visando à recuperação da vegetação, apresentando também potencial para arborização urbana (LORENZI, 2002; PEREIRA, 2011). É uma espécie que predomina em toda região Nordeste, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Ocorre em floresta decídua (mata seca), no Cerrado e na Mata Atlântica, se enquadrando como secundária inicial entre as categorias ecofisiológicas (SANTOS, 2008; QUEIROZ, 2009).

As flores da espécie apresentam um alto potencial melífero e os frutos servem de alimento para animais silvestres. A madeira é utilizada em forma de vigas, estacas e caibros na construção civil. As folhas têm potencial forrageiro sendo muito utilizado na alimentação de ovinos e caprinos. Na medicina popular a tintura da vagem é recomendada para estancar hemorragias e em compressas contra luxações. O pó da casca é utilizado como cicatrizante (PEREIRA, 2011).

2.3.3. *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir

A espécie pertence à família Fabacea/Mimosoideae. É popularmente conhecida como jurema preta, calumbi, jurema braba; tepezcohuite (México). Predomina nas áreas semiáridas de Caatinga dos estados do Nordeste Brasileiro, desde Piauí até a Bahia, além do México. É uma arbórea de aproximadamente cinco a sete metros de altura, com caule ereto ou levemente inclinado, revestido por uma casca de cor castanho escura e presença de acúleos esparsos. Suas folhas são compostas, alternas, bipinadas, e suas flores são alvas e pequenas, dispostas em pequenas espigas isoladas (MAIA, 2004).

É uma espécie recomendada para a primeira fase de restauração florestal de áreas degradadas, pois se destaca como planta pioneira e rústica, e auxilia na prevenção da erosão e recuperação do teor de nitrogênio do solo pela capacidade de fixação biológica de nitrogênio através da nodulação (MAIA, 2004). A resistência ao corte e ao fogo com maior capacidade de brotação em relação às outras espécies faz com que a jurema preta tenha caráter dominante nos estágios iniciais da sucessão ecológica (SAMPAIO, 1998).

De acordo com Maia (2004) a jurema preta possui diversas utilidades. A madeira, devido sua alta resistência é empregada para obras externas, como morões, estacas e pontes, para pequenas construções, móveis rústicos e fornece excelente lenha e carvão de alto valor energético. Na medicina caseira o pó da casca é muito eficiente no tratamento de queimaduras, acne e defeitos na pele. Tem efeito antimicrobiano, analgésico, regenerador de células, febrífugo e adstringente peitoral (pó da casca e das folhas). Na veterinária popular tem efeito cicatrizante e é usada em lavagens parasitárias. As folhas e vagens da planta são utilizadas como forragem pelos bovinos, caprinos e ovinos. A espécie é muito importante para o fornecimento de néctar e pólen para as abelhas especialmente no período seco. Além do mais, a casca é empregada para curtir couros e os galhos espinhentos servem para construção de cerca de ramos.

2.3.4. *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz

É uma espécie popularmente conhecida como catingueira, catinga-de-porco, catingueira-das-folhas-largas, é uma Fabacea/Caesalpinioideae. A planta é característica da Caatinga, ocorrendo principalmente nos estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. É uma espécie de porte pequeno, atingindo de quatro a seis metros de altura, que apresenta folhas bipinadas, com cinco a onze folíolos alternos ou opostos. Suas flores são amarelas, dispostas em racimos curtos (PEREIRA, 2011; MAIA, 2004)

Esta planta adapta-se a diferentes condições ambientais sendo recomendada em plantios mistos e em diversos estágios da restauração de áreas degradadas (PEREIRA, 2011). É uma espécie pioneira na sucessão ecológica, adaptando-se a diversos tipos de solos, incluindo os mais pobres, secos e rasos, fato que adota uma estratégia de crescimento inicial relativamente lento, com alta resistência à seca, podendo se manter numa área por longos períodos e ser uma das espécies dominantes nas etapas posteriores de sucessão (SAMPAIO et al., 1998, MAIA, 2004)

De acordo com Pereira (2011) a catingueira pode ser utilizada na alimentação animal, sendo indicado o plantio de mudas em sistemas agrossilvipastoris. Sua madeira é bastante empregada na produção de estacas, mourões, lenha e carvão. Na medicina popular o chá da casca é usado para o combate da hepatite e anemia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do estudo

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – CCTA - UFCG, no município de Pombal-PB, localizado na região oeste do estado da Paraíba, mesorregião do sertão paraibano, situado a 6°46' de latitude sul, 37°48' de longitude oeste e altitude de 184 m (BELTRÃO et al., 2005).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região do município de Pombal é classificado como BSh semiárido quente, temperatura média de 28°, com precipitações pluviométricas anuais em torno de 750 mm ano⁻¹. Na classificação de Gaussen a estação seca dura de 4 a 6 meses. A vegetação do município é do tipo Caatinga hiperxerófila.

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

O trabalho foi conduzido em quatro experimentos isolados, correspondentes a cada espécie, sendo o experimento 1: angico - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), experimento 2: pau-ferro - *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz, experimento 3: jurema preta - *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir. e experimento 4: catingueira - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz, Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado para todos os experimentos, com quatro tratamentos referentes a diferentes tipos de substratos descritos na Tabela 1 e quatro repetições, com parcela experimental de vinte tubetes, possuindo uma planta por tubete.

Tabela 1 - Composição dos substratos avaliados para a produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan; *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz; *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz. Pombal-PB, 2013.

Substratos	Composição
S ₁	Solo de barranco
S ₂	SB (3 partes) + EB (1 parte) + A (1 parte) + CAC (1 parte)
S ₃	SB (3 partes) + EO (1 parte) + A (1 parte) + CAC (1 parte)
S ₄	Basaplant

SB = Solo de barranco, EB = esterco bovino curtido; EO = esterco ovino curtido; A = areia; CAC = Casca de arroz carbonizada; basaplant = substrato comercial constituído a base de compostos orgânicos.

3.3. Instalação e condução dos experimentos

A colheita das sementes foi feita em áreas de Caatinga hiperxerófila preservada nos municípios de Pombal e Aparecida-PB. Para as quatro espécies estudadas, os frutos foram colhidos diretamente na planta, quando apresentavam característica morfológica de maturação, antes de iniciar o processo de liberação natural das sementes. Coletaram-se frutos bem desenvolvidos em plantas de aspecto dominante, vigorosas, isenta de ataque de pragas ou doenças e produtivas, tendo como finalidade a obtenção de sementes de maior vigor e bom potencial fisiológico.

Após a colheita, os frutos foram expostos ao sol para iniciar a liberação natural das sementes. Em seguida, efetuou-se trilha manual para obtenção das sementes remanescentes nos frutos.

Na sequência fez-se a limpeza e a seleção das sementes para eliminação de impurezas e de sementes pequenas, quebradas, chochas, deformadas e de coloração diferenciada. A secagem das sementes foi feita com exposição ao sol nas horas de menor intensidade de luz (manhã cedo e ao final da tarde). Após este processo, as sementes foram acondicionadas em recipientes de vidro, devidamente vedados, até o ato do preparo para semeadura.

Para obtenção de maior percentual, velocidade e uniformidade de germinação e posterior emergência, foi efetuada a quebra de dormência do tegumento das sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz (Figura 1 A) e *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir (Figura 1 B) com ácido sulfúrico por 15 minutos (CREPALDI et

al., 1998; ARAÚJO; ANDRADE, 1983) e da *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz com o mesmo produto por 10 minutos (Figura 1 C) (ALVES et al., 2007). Pelo fato de não apresentar dormência, as sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan foram apenas desinfestadas com solução a base de hipoclorito de sódio a 2% por 10 minutos (Figura 1 D) (OLIVEIRA et al., 2010). Após estes procedimentos, todas as sementes foram lavadas com água corrente e em seguida semeadas.

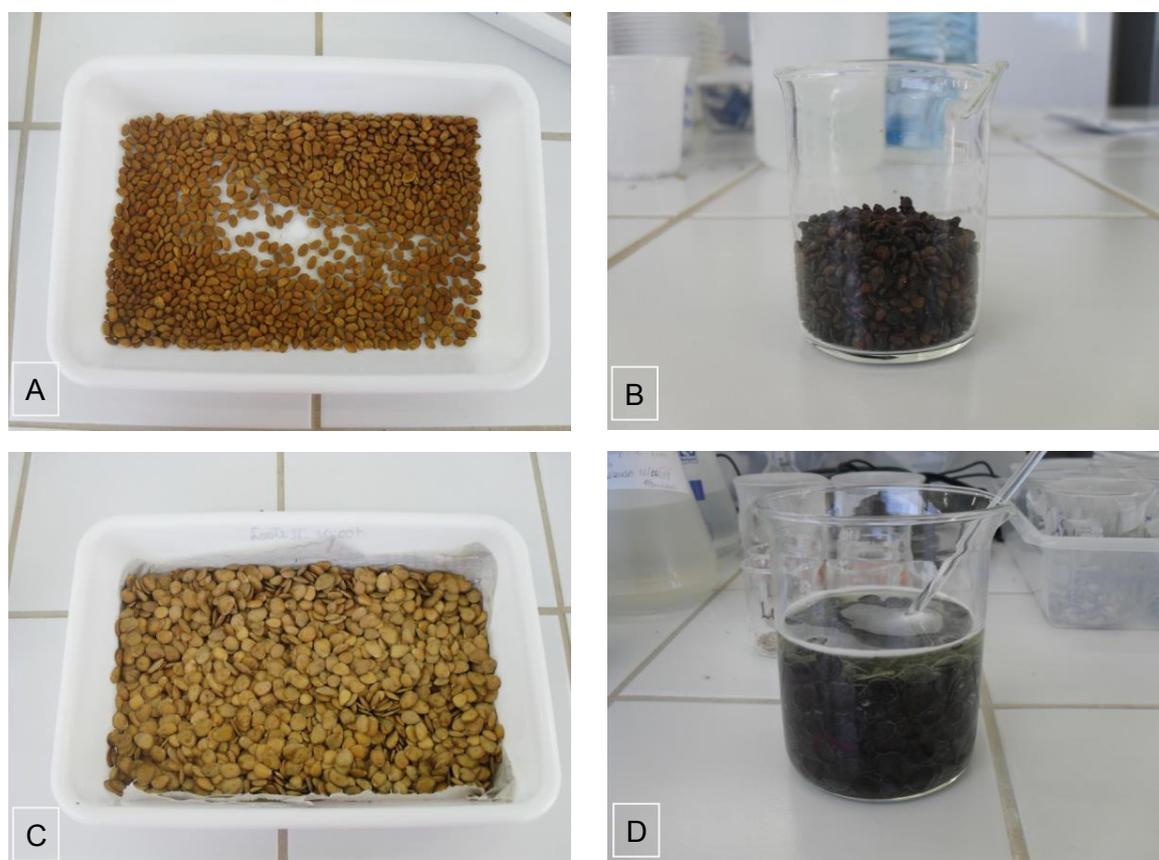


Figura 1 - Sementes para produção de mudas das espécies florestais da caatinga tratadas na pré-semeadura. A) sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz após superação de dormência do tegumento com ácido sulfúrico por 15 minutos; B) *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir após superação de dormência do tegumento com ácido sulfúrico por 15 minutos; C) sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz após superação de dormência do tegumento com ácido sulfúrico por 10 minutos; D) desinfestação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan com hipoclorito de sódio a 2% por 10 minutos. Pombal-PB, 2013.

A sementeira foi feita com três sementes por tubete, na profundidade de 1 cm para a *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (Figura 2 A) e *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz, e 0,5 cm para a *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir . Após a emergência de plântulas efetuou-se o desbaste, deixando apenas uma plântula por tubete (Figura 2 B).

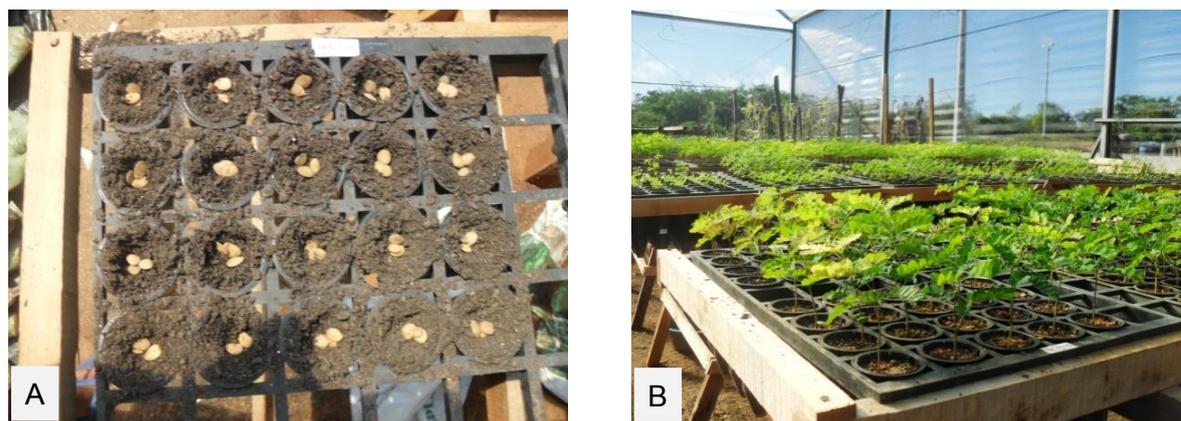


Figura 2 - A) Parcela experimental no momento da sementeira e B) desenvolvimento inicial de mudas após desbaste (B). Pombal-PB, 2013.

Na produção de mudas foram utilizados tubetes de seção circular com capacidade volumétrica de 288 cm^3 , preenchidos com os diferentes substratos apresentados na Tabela 1 e representados na Figura 3.

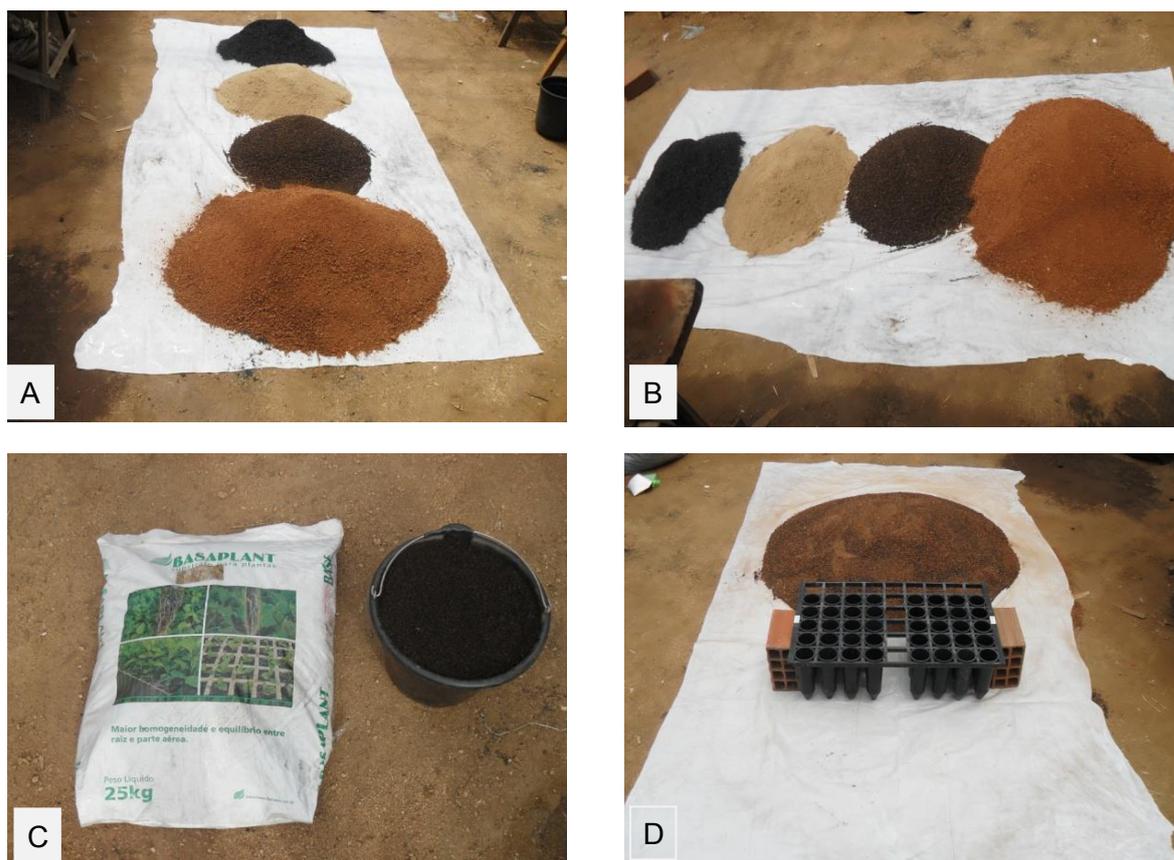


Figura - 3 Substratos e tubetes utilizados na produção de mudas das espécies florestais da caatinga. A) substrato composto de solo de barranco + esterco bovino + areia + casca de arroz carbonizada na proporção 3:1:1:1; B) substrato composto de solo de barranco + esterco ovino + areia + casca de arroz carbonizada na proporção 3:1:1:1; C) Substrato comercial Basaplant; D) tubetes de 288 cm³. Pombal-PB, 2013.

O solo de barranco de coloração levemente avermelhada utilizado na composição dos substratos foi proveniente de uma área de Caatinga hiperxerófila no município de Pombal-PB. Utilizou-se areia do Rio Piancó-PB e os esterco bovino e ovino foram obtidos em currais e apriscos na região do referente município.

Para carbonização da casca de arroz, utilizou-se um carbonizador rústico preparado a partir de um cano de ferro galvanizado com dimensões de 2,0 m de altura e 0,1 m de diâmetro, montado sobre uma lata de mesmo material, de lateral tomada por furos de 10 mm, possuindo 0,3 x 0,2 m de altura e diâmetro respectivamente, e preenchido com carvão em chamas. A casca de arroz natural foi amontoada em formato de cone em torno do carbonizador até um terço da sua altura, sendo revolvida em intervalos de tempo, até se tornar totalmente carbonizada, com coloração escura, de aspecto leve e floculada, apta a ser usada

na composição dos substratos. Repetiu-se este processo até a obtenção da quantidade desejada de casca de arroz carbonizada.

A determinação das características físicas e químicas dos substratos foi feita no laboratório de análise de solo do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB (EMBRAPA, 1997), a partir de amostras coletadas após o preparo dos substratos para preenchimento dos tubetes.

Para a caracterização física dos substratos foi usada a metodologia proposta por Gonçalves; Poggiani (1996). A densidade de partículas (D_p) foi determinada pelo método do balão volumétrico e a densidade aparente (D_a) pelo método da proveta (EMBRAPA, 1997).

A porosidade total (Pt) foi determinada pela expressão:

$$Pt(\%) = \left[\frac{(D_p - D_a)}{D_p} \right] \times 100$$

A macroporosidade (Mac) foi determinada pela seguinte equação:

$$Mac(\%) = \frac{\frac{Pt(\%) \times 50cm^3}{100} - \text{Água}_{retida}}{50cm^3} \times 100$$

em que *Água retida*, é a água retida pelo substrato em tubete de 55 cm³ de volume útil.

A retenção de água foi obtida ao saturar o substrato dentro do tubete, com água, e ao pesar o substrato úmido após 24 horas. Em seguida, secou-se o substrato (105 °C, por 24 horas) e subtraiu-se a massa úmida da massa seca, obtendo-se a água retida, que multiplicada pela densidade da água obteve-se o volume de água retida (MORAES NETO et al., 2001). A microporosidade foi calculada pela diferença entre Pt (%) e Mac (%).

As características químicas e físicas dos substratos testados para a produção de mudas das quatro espécies florestais da caatinga estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características químicas e físicas dos substratos utilizados para produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz, *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz. Pombal-PB, 2013.

Características	Unidade	Substratos			
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
pH (CaCl ₂)	-	5,41	6,97	7,34	5,34
CEes	dS m ⁻¹	0,27	5,38	8,72	3,37
P	mg dm ⁻³	1,25	19,22	22,16	7,81
K ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,48	6,57	9,78	5,39
Ca ⁺²	cmol _c dm ⁻³	4,60	7,60	6,60	17,65
Mg ⁺²	cmol _c dm ⁻³	5,45	6,00	7,60	8,95
Na ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,64	8,59	6,37	6,37
Al ⁺³	cmol _c dm ⁻³	0,00	0,00	0,00	0,10
H ⁺ + Al ⁺³	cmol _c dm ⁻³	5,3	0,00	0,00	10,20
CTCefetiva.	cmol _c dm ⁻³	11,17	28,76	30,35	38,46
CTCpotencial	cmol _c dm ⁻³	16,47	28,76	30,35	48,66
PST	%	3,88	29,87	20,98	13,09
M.O	g kg ⁻¹	9,22	29,89	28,51	35,51
Densidade de partículas	g/cm ³	2,51	2,35	2,43	,1,99
Densidade aparente	g/cm ³	1,41	1,17	1,33	0,83
Porosidade total	%	44	50	46	58
Macroporosidade	%	18	23	18	18
Microporosidade	%	26	27	28	40

S₁ = solo de barranco; S₂ = solo de barranco (3 partes) + areia (1 parte) + esterco bovino (1 parte) + casca de arroz carbonizada (1 parte); S₃ = solo de barranco (3 partes) + areia (1 parte) + esterco de ovino (1 parte) + casca de arroz carbonizada (1 parte); S₄ = Substrato comercial basaplant constituído de compostos orgânicos.

Analisando os dados, observa-se que houve diferenças das características químicas e físicas entre os substratos, isto, em função da sua composição que provavelmente refletiram sobre as variáveis analisadas das mudas.

O pH dos substratos S₄ e S₃ apresentaram menor e maior valor, respectivamente. No que refere-se à disponibilidade de nutrientes, percebe-se que de modo geral, maiores valores de fósforo (P), potássio (K⁺) e magnésio (M⁺²) foram encontrados em S₃, e de cálcio (Ca⁺²) em S₂. As menores concentrações de nutrientes foram observadas em S₁.

O S₁ apresentou menor condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), enquanto que maior CEes foi observado no S₃. Esta diferença estar relacionada à composição dos substratos, encontrando-se maior presença de sais nos substratos contendo esterco.

Observa-se que os S₁ e S₄ obtiveram hidrogênio (H⁺) + alumínio (Al⁺³) em sua composição química, sendo apenas o S₄ com presença de Al⁺³.

O substrato 4 (S₄) apresentou maior teor de M.O, seguido dos substratos 2 (S₂) e 3 (S₃), enquanto que o substrato 1 (S₁), composto apenas de solo de barranco mostrou-se com menos teor de M.O. Esta diferença ocorre devido a composição dos substratos, pois, o S₄ é constituído a base de compostos orgânicos, enquanto que S₂ e S₃ são compostos de esterco bovino e ovino, respectivamente.

Dentre as propriedades físicas, a densidade aparente foi menor no S₄ e maior no S₁. O S₂ se destacou por apresentar maior macroporosidade, enquanto os demais substratos obtiveram valores iguais. Já a microporosidade se demonstrou mais elevada no S₄, e valores aproximados entre S₁, S₂ e S₃.

3.4. Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.5. Variáveis analisadas

Os dados foram coletados em uma única etapa aos 120 dias após a semeadura, onde foram avaliados parâmetros de crescimento e índices de qualidade das mudas.

As variáveis de crescimento avaliadas foram: altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST).

A altura de plantas foi considerada da superfície do solo até a gema apical e o diâmetro do colo na região rente ao solo, sendo ambos mensurados com auxílio de um paquímetro digital. Para obtenção da massa fresca da parte aérea e da raiz, fez-se inicialmente a secção da parte aérea e da raiz das plantas, onde em seguida,

foram pesadas em balança de precisão com duas casas decimais. As massas secas foram obtidas após a desidratação das massas frescas em estufa de circulação de ar regulada a 65 °C até atingir o peso constante, sendo logo após pesadas na mesma balança onde se obteve anteriormente a massa fresca. Determinou-se a massa fresca total e massa seca total com o somatório das massas fresca da raiz e parte aérea e massa seca da raiz e parte aérea, respectivamente.

Com relação aos índices de qualidade avaliou-se: relação altura de plantas com diâmetro do colo (AP/DC), relação altura de plantas com massa seca da parte aérea (AP/MSPA), relação massa seca da parte aérea com massa seca da raiz (MSPA/MSR), e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960).

A AP/DC foi obtida pela divisão entre a altura de planta com o diâmetro do colo.

A AP/MSPA foi determinada pela divisão entre a altura de planta com massa seca da parte aérea.

Obteve-se a MSPA/MSR após divisão de ambos.

O índice de qualidade Dickson foi calculado pela seguinte formula:

$$IQD = \frac{MST \text{ g}}{(AP \text{ cm}/DC \text{ mm}) + (MSPA \text{ g}/MSR \text{ g})}$$

Onde:

IQD: Índice de qualidade de Dickson;

MST (g): Massa seca total em grama;

AP (cm): Altura de plantas em centímetro;

DC (mm): Diâmetro do colo em milímetro;

MSPA (g): Massa seca da parte aérea em grama;

MSR (g): Massa seca da raiz em grama.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Angico - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan

4.1.1. Crescimento

Houve maior AP e acúmulo de MFR, MFPA e MFT nas mudas de angico produzidas no S₂ (Tabela 3). O DC foi maior nas mudas dos substratos S₁, S₂ e S₃. A MFPA, MFR e MFT obtiveram menor valor em S₃ e S₄.

Tabela 3 - Altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) das mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.

Substratos	Parâmetros de crescimento							
	AP (cm)	DC (mm)	MFPA (g)	MFR	MFT	MSPA	MSR	MST
S ₁	5,67 c	1,20 a	0,21 b	1,45 b	1,66 b	0,14 a	0,79 a	0,93 a
S ₂	7,85 a	1,25 a	0,29 a	1,91 a	2,20 a	0,14 a	0,82 a	0,96 a
S ₃	6,99 b	1,25 a	0,13 c	1,00 c	1,13 c	0,06 b	0,41 b	0,47 b
S ₄	5,62 c	0,98 b	0,10 c	0,83 c	0,93 c	0,07 b	0,43 b	0,50 b
CV	5,71	2,96	18,21	6,28	7,13	16,68	9,81	10,16

Médias seguidas pela mesma letra, em coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). S₁ - Solo de barranco; S₂ - solo de barranco (3 partes), esterco bovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₃ - solo de barranco (3 partes), esterco de ovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₄ - substrato comercial basaplant constituído a base de compostos orgânicos.

Foi observado melhor desempenho das mudas produzidas no S₂ para todos os parâmetros de crescimento avaliados (Tabela 3). Isto pode estar relacionado à resposta desta espécie à disponibilidade de matéria orgânica e nutrientes, associados ao pH e às propriedades físicas deste substrato, tais como densidade aparente, macro e microporosidade (Tabela 2). Para Gonçalves; Poggiani (1996) a composição do substrato influencia na formação do sistema radicular e parte aérea, os quais estão associadas à boa capacidade de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes nos substratos.

Carvalho Filho et al. (2003) trabalhando com mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diversos substratos, concluíram que os melhores resultados para parâmetros de crescimento, foram obtidos quando utilizou-se substrato contendo solo, esterco bovino e areia.

Com relação à disponibilidade de nutrientes, Gonçalves et al., (2008) trabalhando com mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), chegou a determinar que o fósforo foi o nutriente que mais proporcionou efeitos significativos no crescimento das plantas, implicando em maiores valores de todas as características avaliadas.

Os S₂ e S₃ apresentaram algumas características físicas e químicas com valores semelhantes (Tabela 2), contudo, houve redução para quase todas as variáveis no S₃ em relação a S₂, com exceção do DC (Tabela 3). Este decréscimo pode ser resultante da maior CEes no S₃, que expressa a concentração de sais no extrato de saturação do substrato. Holanda et al. (2007) verificaram que mudas de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) sofreram decréscimos sobre suas variáveis morfológicas quando cultivadas em solo salinizado, demonstrando-se sensíveis à salinidade.

4.1.2. Índices de qualidade

As relações AP/DC, AP/MSPA e IQD foram superiores nas mudas produzidas em S₂, S₃ e S₁, respectivamente (Tabela 4). Enquanto, menores valores de AP/DC e AP/MSPA foram encontrados em S₁ e IQD em S₃ e S₄. A relação MSPA/MSR das mudas produzidas nos diferentes substratos não apresentaram diferença significativa.

Tabela 4 - Relação altura de plantas com diâmetro do colo (AP/DC), relação altura de plantas com massa seca da parte aérea (AP/MSPA), relação massa seca da parte aérea com massa da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.

Substratos	Índices de qualidade			
	AP/DC (cm mm ⁻¹)	AP/MSPA cm g ⁻¹	MSPA/MSR	IQD
S ₁	4,72 c	41,69 c	0,17 a	0,19 a
S ₂	6,27 a	57,13 bc	0,17 a	0,15 b
S ₃	5,56 b	115,74 a	0,15 a	0,08 c
S ₄	5,71 ab	82,83 b	0,16 a	0,08 c
CV	5,21	17,80	14,48	8,08

Médias seguidas pela mesma letra, em coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). S₁- Solo de barranco; S₂ - solo de barranco (3 partes), esterco bovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₃ - solo de barranco (3 partes), esterco de ovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₄ - substrato comercial basaplant constituído a base de compostos orgânicos.

Os menores valores de AP/DC e AP/MSPA em S₁ se destacaram como aspectos positivos sobre a qualidade das mudas de angico. Quanto menor o valor de AP/DC, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem na área do plantio definitivo, devido a presença de maior diâmetro em relação à altura (CARNEIRO, 1983 citado por CRUZ et al., 2004). De acordo com Carneiro (1995) o valor resultante da AP/DC exprime o equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice. Para Gomes (2001), quanto menor o quociente obtido pela AP/MSPA mais rustificada será a muda e maior deverá ser sua sobrevivência no campo, devido maior MSPA em relação a AP.

Observa-se na Tabela 4, que o maior valor do IQD foram das mudas produzidas no S₁. Este índice é um bom indicador de qualidade de mudas, pois é levada em consideração o vigor e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda (FONSECA et al., 2002), sendo que quanto maior for o valor, melhor será o padrão de qualidade da muda (GOMES, 2001).

De acordo com os índices de qualidade, as mudas produzidas em S₁ se apresentaram mais rustificadas, com maior possibilidade de capacidade de

sobrevivência no campo. Outro aspecto positivo de produzir mudas de angico em S₁ é o valor aquisitivo em relação aos demais substratos, por ser composto apenas de solo de barranco. Isto demonstra que tanto em aspecto econômico, como em termos de qualidade, é mais viável a produção de mudas de angico em substrato composto de solo de barranco (S₁).

4.2. Pau-ferro - *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz

4.2.1. Crescimento

Não houve diferenças significativas para AP, MFR e MST das mudas nos substratos (Tabela 5). Estes dados assemelham-se aos de Scalon et al. (2011), que testando diferentes tipos de substratos na produção de mudas de pau-ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz), não encontraram diferença significativa para altura de plantas, matéria fresca total e matéria seca total das mudas produzidas em substratos a base de terriço de mata + areia; e terriço de mata + areia + adubo orgânico, com concentração de fósforo de 15 mg dm⁻³ e 77 mg dm³, respectivamente.

Tabela 5 - Altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) das mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.

Substratos	Parâmetros de crescimento							
	AP (cm)	DC (mm)	MFPA(g).....	MFR	MFT	MSPA	MSR	MST
S ₁	10,46 a	1,72 bc	0,54 b	1,45 a	1,99 ab	0,27 bc	0,89 a	1,16 a
S ₂	11,76 a	1,85 ab	0,83 a	1,24 a	2,07 ab	0,34 a	0,70 c	1,04 a
S ₃	11,67 a	1,91 a	0,76 a	1,35 a	2,11 a	0,31 ab	0,76 bc	1,07 a
S ₄	10,82 a	1,69 c	0,44 b	1,31 a	1,75 b	0,24 c	0,82 ab	1,06 a
CV	8,29	3,87	8,91	7,56	7,41	8,18	6,92	6,73

Médias seguidas pela mesma letra, em coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p < 0,05). S₁ - Solo de barranco; S₂ - solo de barranco (3 partes), esterco bovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₃ - solo de barranco (3 partes), esterco de ovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₄ - substrato comercial basaplant constituído a base de compostos orgânicos.

O DC, a MFPA e a MSPA foram superiores nas mudas de pau-ferro produzidas em S₂ e S₃ (Tabela 5). Isto indica que estas variáveis responderam bem aos atributos químicos e físicos destes substratos, decorrentes de suas composições. Souza et al. (2006) e Coelho et al. (2008) trabalhando com espécies florestais obtiveram maiores valores para diâmetro do caule nas plantas produzidas em substratos com esterco em sua composição.

A MSR foi superior no S₁, fato que pode ter ocorrido devido este substrato apresentar maior densidade e menor porosidade total, associado à disponibilidade de nutrientes, em relação aos demais (Tabela 2). Assim, afetando a produção de raízes finas e proporcionando maior acúmulo de massa seca na raiz principal, a fim de torna-la uma raiz mais compactada e apta a crescer em profundidade. A baixa disponibilidade de nutrientes e água no substrato força as raízes a um maior crescimento axial em busca de nutrientes (SCALON et al., 2011). Segundo Paiva Sobrinho et al. (2010) o efeito do substrato na qualidade das raízes está relacionado, principalmente, com a porosidade, que afeta o teor de água retido e o seu equilíbrio com a aeração.

4.2.2. Índices de qualidade

Observa-se na Tabela 6 que a relação AP/DC não diferiu estatisticamente entre os substratos. O maior valor de AP/MSPA foi encontrado nos S₃ e S₄, e menor no S₂. A MSPA/MSR foi superior no S₂, e menor em S₁ e S₄. Já o IQD foi superior nas mudas produzidas nos S₁, S₃ e S₄.

Tabela 6 - Relação altura de plantas com diâmetro do colo (AP/DC), Relação massa seca da parte aérea com massa da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.

Substratos	Índices de qualidade			
	AP/DC (cm mm ⁻¹)	AP/MSPA (cm g ⁻¹)	MSPA/MSR	IQD
S ₁	6,07 a	39,33 b	0,30 c	0,18 a
S ₂	6,35 a	35,17 c	0,48 a	0,15 b
S ₃	6,10 a	37,15 ab	0,41 b	0,17 ab
S ₄	6,40 a	45,61 a	0,29 c	0,16 ab
CV	8,08	4,49	6,36	5,97

Médias seguidas pela mesma letra, em coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). S₁- Solo de barranco; S₂ - solo de barranco (3 partes), esterco bovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₃ - solo de barranco (3 partes), esterco de ovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₄ - substrato comercial basaplant constituído a base de compostos orgânicos.

Com base no índice AP/DC, qualquer um dos substratos testados poderia ser utilizado na produção de mudas de pau-ferro (Tabela 6).

O menor valor da relação AP/MSPA nas mudas produzidas no S₂ (Tabela 6) indicou que estas plantas apresentaram-se de melhor qualidade em relação às produzidas nos demais substratos testados, uma vez que quanto menor for o valor da AP/MSPA, mais lignificada será muda e maior a sua capacidade de sobrevivência no campo (GOMES et al., 2003).

Os maiores valores da MSPA/MSR foram das mudas produzidas no S₂ (Tabela 6). As maiores relações MSPA/MSR refletem em menor acúmulo de biomassa na raiz, que pode ser prejudicial em termos de adaptação após o plantio no local definitivo. Mudanças com sistema radicular com baixo acúmulo de biomassa na raiz, ou pouco desenvolvido, tem menores chances de sobrevivência no campo, especialmente sob limitações de água (LIMA et al., 2008). Desse modo, os menores valores da MSPA/MSR dos S₁ e S₄, refletiram em maior acúmulo de MSR, indicado que as mudas produzidas nestes substratos poderiam apresentar maior capacidade de sobrevivência no campo após o plantio.

Os maiores valores do IQD nas mudas produzidas S₁, S₃ e S₄, indicaram que estes substratos promoveram melhor qualidade das mudas de pau-ferro. O IQD é considerado um dos principais índices que demonstra a qualidade da muda, pois

quanto maior o valor deste índice, maior será a robustez da muda e a distribuição de sua biomassa, atribuindo maior resistência ao transplante e capacidade de sobrevivência no campo (FONSECA et al., 2000; FONSECA et al., 2002).

Embora os diferentes índices demonstraram que os quatro substratos testados promoveram boa qualidade das mudas de pau-ferro, vale ressaltar que o S₁ deve ser indicado na produção de mudas da espécie. Pois, este substrato, além de promover qualidade das mudas, possui menor custo em relação aos demais, não havendo necessidade de gastos adicionais com outros materiais e mão de obra, na confecção, além de poder ser adquirido com facilidade.

4.3. Jurema preta - *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir

4.3.1. Crescimento

Todas as variáveis de crescimento analisadas foram superiores nas mudas de jurema-preta produzidas no S₂, enquanto que as plantas produzidas nos S₁ e S₄ obtiveram menores valores para maioria dos parâmetros, com exceção da MSPA e MST (Tabela 7).

Tabela 7 - Altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) das mudas de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.

Substratos	Parâmetros de crescimento							
	AP (cm)	DC (mm)	MFPA (g)	MFR	MFT	MSPA	MSR	MST
S ₁	5,10 c	1,16 c	0,54 bc	0,25 c	0,79 c	0,26 b	0,18 bc	0,44 b
S ₂	13,56 a	1,76 a	1,43 a	0,55 a	1,98 a	0,58 a	0,36 a	0,94 a
S ₃	9,64 b	1,38 b	0,74 b	0,36 b	1,10 b	0,28 b	0,21 b	0,49 b
S ₄	4,90 c	0,98 d	0,34 c	0,13 d	0,47 d	0,17 c	0,10 c	0,27 c
CV	6,50	5,52	13,25	12,00	11,16	11,70	18,09	12,09

Médias seguidas pela mesma letra, em coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p < 0,05). S₁ - Solo de barranco; S₂ - solo de barranco (3 partes), esterco bovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₃ - solo de barranco (3 partes), esterco de ovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₄ - substrato comercial basaplant constituído a base de compostos orgânicos.

O maior crescimento das mudas de jurema preta em S₂ pode ter ocorrido devido à adaptação da espécie às propriedades químicas e físicas deste substrato, tais como, matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, densidade, e equilíbrio entre macro e microporosidade, caracterizados pela composição do substrato (Tabela 2). É possível que o esterco bovino, a casca de arroz carbonizada e a areia, contidas no S₂, tenham sido os responsáveis pelas condições favoráveis ao crescimento da jurema preta. Oliveira et al. (2008) observaram que substratos contendo casca de amendoim processada, húmus de minhoca, turfa, terra de barranco e areia apresentaram melhores condições para o crescimento e desenvolvimento de mudas de acácia, principalmente do sistema radicular (*Acacia holocericea*), em consequência das características de retenção de água, matéria orgânica e densidade do substrato, proporcionado pela mistura.

Embora o S₃ tenha apresentado características químicas e físicas semelhantes ao S₂, observa-se redução no crescimento das mudas para todas as variáveis (Tabela 7). O valor de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do S₃ em relação ao S₂, que representa a concentração de sais no extrato de saturação do substrato (Tabela 2), pode ter sido a causa do menor crescimento da jurema preta em S₃. Sousa Neto et al.(2011) verificaram que mudas de jurema preta *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir sofreram decréscimos na altura, massa seca de folhas, caule, raízes e massa seca total quando irrigadas com água salina, mostrando-se sensíveis à salinidade. A redução do crescimento de plantas pelo efeito salino pode ser resultante das seguintes causas: baixa absorção de água, distúrbio no regulamento osmótico, desbalanço nutricional e toxidez (WHITE & BROADLEY, 2001; FLOWERS, 2004).

4.3.2. Índices de qualidade

As mudas de jurema preta atingiram maiores valores de AP/DC quando produzidas nos S₂ e S₃, enquanto que, menores valores foram obtidos quando se utilizou os S₁ e S₄. A relação AP/MSPA das mudas foi superior no S₃, e menor em S₁ e S₂, enquanto que, a relação MSPA/MSR das mudas não diferiu entre os substratos. As mudas produzidas no S₂ obtiveram maior valor do IQD.

Tabela 8 - Relação altura de plantas com diâmetro do colo (AP/DC), Relação massa seca da parte aérea com massa da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.

Substratos	Índices de qualidade			
	AP/DC (cm mm ⁻¹)	AP/MSPA (cm g ⁻¹)	MSPA/MSR	IQD
S ₁	4,41 b	19,71 c	1,43 a	0,08 b
S ₂	7,69 a	23,54 bc	1,62 a	0,10 a
S ₃	6,98 a	35,15 a	1,36 a	0,06 b
S ₄	4,99 b	30,04 ab	1,68 a	0,04 c
CV	5,75	17,86	11,64	12,71

Médias seguidas pela mesma letra, em coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). S₁- Solo de barranco; S₂ - solo de barranco (3 partes), esterco bovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₃ - solo de barranco (3 partes), esterco de ovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₄ - substrato comercial basaplant constituído a base de compostos orgânicos.

Os maiores valores da AP/DC das mudas produzidas nos S₂ e S₃ (Tabela 8) ocorreram devidos maior crescimento em altura das plantas nestes substratos (Tabela 7). Para Johnson; Cline (1991) a AP/DC, também denominado de quociente de robustez, é considerado um dos mais precisos, pois fornece informações de quanto delgada está a muda. Sendo que valores muitos altos deste índice pode indicar maior possibilidade de acamamento das mudas em campo, dificultando a sobrevivência. Desse modo, os menores valores da relação AP/DC das mudas em S₁ e S₄ indicam maior rustificação e capacidade de sobreviverem na área do plantio definitivo (GOMES, 2000; CARNEIRO, 1983 citado por CRUZ et al., 2004).

Os menores valores da relação AP/MSPA, nas mudas produzidas em S₁ e S₂ (Tabela 8) indicaram que estes substratos promoveram maior acúmulo de MSPA por unidade de crescimento (cm), resultando em mudas mais lignificadas e rustificadas, com maior capacidade de sobrevivência no campo (GOMES, 2001; GOMES et al., 2003).

O IQD foi superior nas mudas produzidas no S₂ (Tabela 8), indicando este substrato como apropriado para produção de mudas de jurema preta. Este índice pondera os resultados de muitas variáveis, definido como indicador de alta qualidade de mudas para o transplantio, sendo que, quanto maior o IDQ, melhor a qualidade

das mudas (DICKSON et al., 1960; FONSECA et al., 2002; GOMES, 2001; CRUZ et al., 2004; MELO et al., 2008).

Analisando a Tabela 7 e os índices AP/MSPA e IQD da Tabela 8, observa-se que o S₂ promoveu maior crescimento e melhor qualidade nas mudas de jurema preta, indicando este substrato como o mais apropriado para produção de mudas desta espécie.

4.4. Catingueira – *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz

4.4.1. Crescimento

Houve maior AP das mudas de catingueira produzidas nos S₂ e S₃. A MFPA foi superior no S₂. A MFT e MST foram maiores em S₁ e a MSR em S₁ e S₄ (Tabela 9). Já o DC e MSPA das mudas produzidas nos diferentes substratos não apresentaram diferença significativa.

Tabela 9 - Altura de plantas (AP), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) das mudas de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.

Substratos	Parâmetros de crescimento							
	AP (cm)	DC (mm)	MFPA (g)	MFR	MFT	MSPA	MSR	MST
S ₁	7,40 b	1,84 a	0,59 bc	1,04 a	1,63 a	0,31 a	0,69 a	1,00 a
S ₂	8,70 a	1,87 a	0,90 a	0,68 bc	1,58 a	0,35 a	0,40 b	0,75 b
S ₃	8,85 a	1,76 a	0,71 b	0,46 c	1,17 b	0,28 a	0,27 c	0,55 c
S ₄	8,36 ab	1,78 a	0,49 c	0,91 ab	1,40 ab	0,28 a	0,62 a	0,90 ab
CV	5,65	5,04	12,88	14,26	11,02	12,62	11,96	10,86

Médias seguidas pela mesma letra, em coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). S₁ - Solo de barranco; S₂ - solo de barranco (3 partes), esterco bovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₃ - solo de barranco (3 partes), esterco de ovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₄ - substrato comercial basaplant constituído a base de compostos orgânicos.

É possível que os estercos bovino e ovino presentes na composição dos S₂ e S₃, respectivamente (Tabela 1), tenham contribuído para maior crescimento em

altura das mudas de catingueira (Tabela 9). Dantas et al. (2009) verificaram que os substratos composto de solo + areia + esterco caprino propiciaram maior crescimento de mudas de catingueira em relação ao substrato comercial plantmax. Da mesma forma, Cunha et al. (2006) observaram que substratos com presença de esterco bovino promoveram maior crescimento em mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformis*.

A MFT das mudas de catingueira foi superior em S₁ (Tabela 9), devido a maior MFR neste substrato. A MST das mudas de catingueira também foi superior em S₁. Esta ocorrência está em função da MSR que, além de S₂, foi superior em S₁, contribuindo, desta forma, para compensação do maior valor da MST das mudas em S₁. Com relação a MST, os resultados chegaram a corroborar com os obtidos por Dantas et al. (2009), que entre os substratos utilizados para a produção de mudas de catingueira, solo e solo + areia, promoveram às mudas maiores valores de MST.

Os maiores valores da MFR e MSR em S₁, e S₁ e S₄, respectivamente (Tabela 9), ocorreu devido estes substratos propiciarem maior formação de raiz axial pivotante consideradas mais pesadas em relação a raízes secundárias finas. Gonçalves et al. (2008) verificam a maior produção de raízes finas consideradas leves, e menor formação de raiz pivotante em mudas de angico, resultou em redução na MSR.

4.4.2. Índices de qualidade

Observa-se que as relações AP/DC e AP/MSR foram maiores nas mudas de catingueira produzidas em S₃ e menor em S₁. A MSPA/MSR foi superior nas mudas produzidas nos S₂ e S₃, e inferior nas mudas dos S₁ e S₄. As mudas produzidas no S₁ obtiveram maior valor do IQD, enquanto que, as mudas do S₃ obtiveram menor valor para este índice (Tabela 10).

Tabela 10 - Relação altura de plantas com diâmetro do colo (AP/DC), Relação massa seca da parte aérea com massa da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz produzidas em diferentes tipos de substratos. Pombal-PB, 2013.

Substratos	Índices de qualidade			
	AP/DC (cm mm ⁻¹)	AP/MSPA (cm g ⁻¹)	MSPA/MSR	IQD
S ₁	4,01 b	19,71 c	0,45 b	0,22 a
S ₂	4,67 ab	23,54 bc	0,89 a	0,14 b
S ₃	5,02 a	35,15 a	1,03 a	0,09 c
S ₄	4,69 ab	30,04 ab	0,46 b	0,17 b
CV	8,47	14,86	14,79	14,20

Médias seguidas pela mesma letra, em coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). S₁- Solo de barranco; S₂ - solo de barranco (3 partes), esterco bovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₃ - solo de barranco (3 partes), esterco de ovino curtido (1 parte), areia (1 parte) e casca de arroz carbonizada (1 parte); S₄ - substrato comercial basaplant constituído a base de compostos orgânicos.

O menor valor da relação AP/DC das mudas de catingueira produzidas no S₁ (Tabela 10) demonstrou a melhor qualidade destas, pois, quanto menor este valor, maior será o grau de robustez da muda, exprimindo maior equilíbrio no desenvolvimento e capacidade de sobrevivência no campo (JOHNSON; CLINE, 1991; CRUZ et al., 2004; CARNEIRO, 1995; CAMPOS; UCHIDA, 2002).

O menor valor da relação AP/MSPA nas mudas de catingueira produzidas no S₁ (Tabela 10) indicou que as mesmas poderão estar mais aptas a sobreviverem no campo após o transplante. De acordo com Dutra et al. (2013) menores valores da AP/MSPA indicam maior resistência das mudas aos estresses ambientais, uma vez que, as mesmas estão mais rustificadas e aptas sobreviverem sob condições ambientais adversas.

Os menores valores da relação MSPA/MSR nas mudas de catingueira produzidas em S₁ e S₄ (Tabela 10), indicaram maior acúmulo de biomassa na raiz, refletindo em maior possibilidade de sobrevivência da muda sob condições de estresse no campo. A análise da relação MSPA/MSR torna-se muito importante na avaliação da muda, pois pode ser considerado como um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas a serem introduzidas no campo (PARVIAINEN, 1981).

O IQD foi superior nas mudas de catingueira do S₁ (Tabela 10), demonstrando que este substrato promoveu melhor qualidade das mudas da espécie. O IQD tem sido considerado com um bom indicador da qualidade das mudas, por considerar a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo levados em consideração, para o seu cálculo, vários parâmetros morfológicos importantes, como altura, diâmetro do coleto e massa seca das plantas (FONSECA, 2000) e, quanto maior o valor do IQD, melhor a qualidade da muda e maior a possibilidade de sobrevivência no campo (RODRIGUES, 2011).

O S₁ composto à base de solo de barranco destacou-se como substrato adequado e viável na produção de mudas de catingueira, pois promoveu maior crescimento e qualidade. Além disso, possui baixo custo, é de fácil disponibilidade e exige pouca mão de obra para sua confecção.

Vários aspectos devem ser analisados sobre substratos utilizados na produção de mudas. Dessa forma, deve-se considerar que o melhor substrato para produção de mudas de espécies ocorrentes na Caatinga para restauração de áreas degradadas, são aqueles que apresentem baixo custo e propiciem boas condições para o crescimento e desenvolvimento das mudas, o qual atribui maior resistência da muda às condições ambientais adversas após o transplântio no campo.

5. CONCLUSÃO

Recomenda-se na produção de mudas de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), pau-ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) e catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz), uso de substrato a base de solo de barranco de área de Caatinga, enquanto que para mudas de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir.) é indicado o substrato composto de solo de barranco + esterco bovino + areia + casca de arroz carbonizada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G.N. Plant disease epidemiology. In: AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 4th ed. San Diego: Academic Press, 1997. p.153-173.

AGUIAR, J. T. E.; LACHER, J. R.; SILVA, J. M. C. The Caatinga. p. 174-181. In: MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G. P.; ROBLES, G.; PILGRIM, J.; FONSECA, G. A. B.; BROOKS, T. & KONSTANT, W. R. (eds.), *Wilderness: earth's last wild places*. **Cemex, Agrupacion Serra Madre**, S.C., Mexico. 2002. 181p.

ALVES, J. J. A.. Geocologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro. CLIMEP: **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v.2, n.1, p. 58-71, 2007.

ALVES, E. U.; CARDOSO, E. A. BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; GALINDO, E. A.; BRAGA JUNIOR, J. M. Superação da dormência em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.405-415, 2007.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 27, p. 143-155, 2008.

ARAÚJO, M. S.; ANDRADE, G. C. Métodos para superar a dormência tegumentar em sementes de jurema-preta (*Mimosa hostilis* Benth.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 6, v.7, p. 26-32, 1983.

ANDRADE NETO, A. MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e agrotecnologia**, v.23, n.2, p. 270-280, 1999.

ANSORENA, J. M. **Sustratos**: propiedades y caracterizacion. Espanha: Mundi-Prensa, 1994. 172p.

AZEVEDO, M. I. R. **Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003. 90 p.

BACKES, M. A. **Composto do lixo urbano como substrato para plantas ornamentais**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1989. 78 p.

BELTRÃO, B. A.; MORAIS, F.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JUNIOR, L. C.; MENDES, V. A. **Diagnóstico do município de Pombal-PB**. Projeto cadastróp de fontes de abastecimento por água subterrânea. Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM. Recife, 2005. 23 p.

BORTOLINE, M. F. **Produção de mudas de *Gleditschia amorphoides* Taub. e *Cupania vernalis* Camb.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009. 163 p.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto Orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v.9, p. 27-33, 2008.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, C. M. Produção de mudas de espécies florestais de rápido crescimento. In: NOVAES, A. B. **Reflorestamento no Brasil.** Vitória da Conquista-BA, UESB, 1992. p. 93-103.

CARVALHO, P. E. R. **Angico-branco: taxonomia e nomenclatura.** Colombo, Embrapa Floresta, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2002. 10 p (circular técnica, 56).

CARVALHO FILHO, J. L. S; ARRIGONI-BLANK, M. F; BLANK, A. F; RANGEL, M. S. A; Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v.9, n.1, p.109-118, 2003.

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; BRUN, E. J.; LOVATO, T. Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 292-299, 2006.

COELHO, M. F. B.; SOUZA, R. L. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; WEBER, O. S.; BORGES, H. B. N. Qualidade de Mudas de Nó-de-Cachorro (*Heteropteris aphrodisiaca* O. Mach.) em Diferentes Substratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, n.3, p.82-90, 2008.

COUTINHO, C. J.; CARVALHO, C. M. O uso de vermiculita na produção de mudas florestais. In: ENCONTRO NACIONAL E REFLORESTADORES, 7., 1983, Curitiba. **Anais...**Curitiba, 1983. p. 54-63.

CREPALDI, C. I.; SANTANA, J. R. F.; LIMA, P. B. Quebra de dormência de sementes de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. Leguminosae, Casalpinioideae). **Sitientibus**, n. 18, p. 19-29, 1998.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GOMES, K. C. O.; GUERRERO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tebebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, v.2, p.100-107, 2004.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F.T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DANTAS, B. F.; LOPES, A.P.; SILVA, F. F. S. DA; LUCIO, A. A.; BATISTA, P.F; PIRES, M. M. M. L.; Aragão, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.413-423, 2009.

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 129-140, 2010.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, Manejo e recuperação de solos afetados por sais**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / Universidade de São Paulo, 2003. 118 p. (Série didática, 13).

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. **Revista Ceres**, v. 60, n.1, p. 072-078, 2013.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996. 90p.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 29-37.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. Tese (Doutorado em Fitotecnia – Horticultura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. 97 p.

FERMINO M. H; KÄMPF A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 1, 75-79, 2012.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; FONSECA, F. C.; VALE, F. R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1191-1198, 2000.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n.396, p.307-319, 2004.

FONSECA, E. P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden em “Winstrip”**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988. 81 p.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000. 113 p.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, p.515-523, 2002.

FONTENO, W. C.; CASSEL, D. K.; LARSON, R. A. Physical properties of three container media and their effect on Poinsettia Growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 106, p. 736-741, 1981.

FRANCO, E. S. **Os discursos e contra discursos sobre a algarobeira (*Prosopis sp*) no cariri paraibano**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2008. 97 p.

FREITAS, A. J. P.; KLEIN, J. E. M. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 11.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. p. 736.

GALINDO, I. C. L.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, M. F. A. V.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.32, n.1, p.1283-1296, 2008.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.6, p.1069-1076, 2004.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001. 166p.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G. XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais** - propagação sexuada. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas florestais. In: SOLO-SUELO CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia: SLCS/SBCS/ESALQ/ USP/CEA-ESALQ/USP/SBM, 1996.

GONÇALVES, E. O; PAIVA, H. N; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.

GUIMARÃES, M. M. B.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E.; COSTA, F. X.; XAVIER, J. F.; LUCENA, A. M. A. Produção de muda de mamoneira em substrato contendo diferentes resíduos orgânicos e fertilizante mineral. In: **Anais ...2º Congresso Brasileiro de Mamona**, 2006.

GÜRTH, P. Forstpflzem und Kulturesfolg-eine literatürubersich (Ergantzang 1970 - 1975). **Allgemeine Forst- v Jagdzeitung**, Frankfurt, v. 140, p.240 – 246, 1976.

JOHNSON, J. D.; CLINE, P. M. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L., DOUGHERTY, P. M. (Eds.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n.1, pp. 39-50, 2007.

KÄMPF A. N; HAMMER P. A; KIRK T. Effect the packing density on the mechanical impedance of root media. **Acta Horticulturae**. 481: p. 689-694. 1999.

KÄMPF A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Porto Alegre: Gênese, 2000. 254p.

KLEIN, V. A.; CÂMARA, R. K.; SIMON, M. A.; DIAS, S. T. Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p.95. (Documentos IAC, 70).

LACERDA, R. M. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduos de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista árvore**, v.30, n.2, p. 163-170, 2006.

LEMOS, J. J. S. Desertificação e pobreza no semi-árido do Nordeste. In: OLIVEIRA, R. S.; ASSIS JUNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. **Agricultura, Sustentabilidade e o semi-árido**. Universidade Federal do Ceará, SBCS, Fortaleza, 2000. p. 114-136.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, vol. 38, n.1, p. 5-10, 2008.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. **Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino**. Revista Brasileira de Sementes, v. 30, n. 3, p. 079-085, 2008.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002. 352 p.

MACHADO, I. C. S.; BARROS, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. **Biotropica**, 29:57-68, 1997.

MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D&Z, 2004. 413 p.

MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. 122 p. (Documentos IAC, 70).

MELLO, B.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Tipos de fertilização e diferentes substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Bioscience journal**, v.19, n.1, p.33-42, 2003.

MELO, R. R.; CUNHA, M. C. L.; RODOLFO JÚNIOR, F.; STANGERLIN, D. M. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. sob diferentes níveis de Luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p.138-144, 2008.

MILKS, R. R.; FONTENO, W. C.; LARSON, R. A. Hydrology of horticultural substrates: I. Mathematical models for moisture characteristics of horticultural container media. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, n. 1, p. 48-52, 1989.

MILNER, L. Water and Fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. **Proceedings...** Ribeirão Preto: ISCN, p.108-111, 2001.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995. 128p.

MMA - MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga**. Universidade Federal de

Pernambuco/Fundação de apoio ao desenvolvimento, Fundação Biodiversistas, EMBRAPA/Semi-Arido, MMA/SBF, Brasília: 2002. 36 p.

MMA - MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite**: Monitoramento do Bioma Caatinga. Acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA 2008-2009, BRASÍLIA: 2011. 46 p.

MONIS, A. C. **Composição química e estrutura dos minerais de argila**: elementos de pedologia. São Paulo: Polígono/EDUSP, 1975. 459 p.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, M. L. J.; SOUZA NETO, M. P. Produção de mudas de seis espécies arbóreas, que ocorrem nos domínios da floresta atlântica, com diferentes substratos de cultivo e níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 25, n. 3, p. 277-287, 2001.

NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de Eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: UFV, 1990. 330 p.

NEVES, J. M. G. ; SILVA, H. P.; DUARTE, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde**, v.5, n.1, p.173 – 177, 2010.

NOVAES, A. B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998. 116 p.

OLIVEIRA, P. G. M.; SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. **Estudo de temperatura e substrato para a germinação de sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (ANGICO-PRETO)**. 4º Seminário de Iniciação Científica do Instituto Florestal – 2010. 9 p.

OLIVEIRA, R. B; LIMA, J. S. SOUZA; SOUZA, C. A. M; SILVA, S. ASSIS; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência agrotecnológica**, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

PAIVA SOBRINHO, S; B. DA LUZ, P; SILVEIRA, T. L. S; RAMOS; D. T; NEVES, L. G; BAREL, M. A. A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.5, n.2, p.238-243, 2010.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: Seminário de sementes e viveiros florestais, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PEREIRA, M. S. **Conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga**. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011. 60 p. Manual técnico.

PONS, A.L. Fontes e uso de matéria orgânica. **IPAGRO Informa**, v.26, p.111-147, 1983.

PUCHALSKI, L. E. A.; KÄMPF, A. N. Efeito da altura do recipiente sobre a produção de mudas de *Hibiscus rosa sinensis* L. em plugs. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Eds.). **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 209-215.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009. 443 p.

RODRIGUES, A. C. C. **Biometria de frutos e sementes, germinação e crescimento do angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul) em diferentes condições de substrato e luminosidade**. Dissertação (mestrado em botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2005. 103 p.

RODRIGUES, R. D. **Crescimento e qualidade de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) em diferentes substratos**. Monografia (Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB, 2011. 36 p.

SAMPAIO, E. V. S.; ARAÚJO, E. L.; SALCEDO, I. H.; TIESSEN, H. Regeneração da vegetação de Caatinga após corte e queima em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.5, p.621-632. 1998.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, G. R. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Universitária da UFPE, 2003. 202 p.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (D.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SANTOS, R. M. Espécies de ocorrência exclusiva do domínio do caatinga. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.(Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa**. Lavras: UFLA, 2008. p.211-215.

SCALON, S. P. Q.; TEODÓSIO, T. K. C.; NOVELINO, J. O.; KISSMANN, C.; MOTA, L. H. S. Germinação e crescimento de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.633-639, 2011.

SILVA, R. F.; ANTONIOLLI, Z. I. ANDREAZZA, R. Efeito da inoculação com fungos ectomicorrízicos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em solo arenoso. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 33-42, 2003.

SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; VALE, F. R.; FERREIRA, M. M.; MOREIRA, F. M. S.; Aspectos de solo, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares, Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 23 p.

SIQUEIRA, O. J. F. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1987. 100 p.

SMIDERLE, O. S.; MINAMI, K. Emergência e vigor de plântulas de goiabeira em diferentes substratos. **Revista Científica Rural**, v.6, n.1, p.38-45, 2001.

SODRÉ, G. A.; CORÁ, J. E.; BRANDÃO, I. C. S. F. L.; SERÔDIO, M. H. C. F. Características químicas de substratos utilizados na produção de mudas de cacauzeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.3, p.514-516, 2005.

SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, R. B. DE; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S.; FERREIRA NETO, M.; LIRA, R. B.; REBOUÇAS, J. R. L. Utilização do rejeito da dessalinização da água na produção de mudas de espécies da Caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 123-129, 2011.

SOUZA, M. M.; LOPES, L. C.; FONTES, E. F. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramath., Compositae) "White Polais" em vasos. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, v.1, n. 2, p. 71-77, 1995.

SPURR, S. H.; BARNES, B. V. **Ecologia forestal**. México: AGT, 1982. 571 p.

STURION, J. A. Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake - fase de viveiro. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.1. p. 89-100, 1980.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais**, Colombo: 2000. p.125-150.

TOMÉ JUNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Editora Gaúba: Agropecuária, 1997. 247 p.

VERDONOK, O. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. **Acta Horticulturae**, 150: 467-473, 1984.

VIEIRA, A. H.; RICCI, M. S. F.; RODRIGUES, V. G. S.; ROSSI, L. M. B. Efeito de diferentes substratos para produção de mudas de freijó-louro *Cordia alliodora* (Ruis & Pav) Oken. **Boletim de pesquisa**, n.25, p. 5-12, 1998.

WALLER, P. L.; WILSON, F. N. Evaluation of growing media for consumer use. **Acta Horticulturae**, Wagening, n.150, p.51-58, 1984.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil editora, 2002. 145 p.

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. **Annals of Botany**, Oxford, v.88, n.6. p.967-988, 2001.

ZANETTI, M.; FERNANDES, C.; CAZETTA, J. O.; CORÁ, J. E.; MATTOS JUNIOR, D. **Caracterização física de substratos para a produção de mudas e porta-**

enxertos cítricos sob telado. Disponível em:
http://www.citrograf.com.br/download/ZANETTI_FISICA_DE_SUBSTRATOS.pdf.
Acesso: 24 de janeiro de 2013.