



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS

YATHAANDERSON MENDES DOS SANTOS

CRESCIMENTO E PADRÃO DE QUALIDADE DE MUDAS DE *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz SUBMETIDAS A DIFERENTES SUBSTRATOS E CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

PATOS – PARAÍBA - BRASIL
OUTUBRO/2016

YATHAANDERSON MENDES DOS SANTOS

CRESCIMENTO E PADRÃO DE QUALIDADE DE MUDAS DE *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz SUBMETIDAS A DIFERENTES SUBSTRATOS E CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, Paraíba, para obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Learth Cunha

PATOS – PARAÍBA - BRASIL

OUTUBRO/2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

S237c

Santos, Yathaanderson Mendes dos

Crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz submetidas a diferentes substratos e condições de luminosidade / Yathaanderson Mendes dos Santos. – Patos, 2016.

33f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2016.

“Orientação: Profa. Dra. Maria do Carmo Learth Cunha”.

Referências.

1. Emergência. 2. Caatinga. 3. Produção de mudas.
4. Matéria orgânica I. Título.

CDU 630*2

YATHAANDERSON MENDES DOS SANTOS

CRESCIMENTO E PADRÃO DE QUALIDADE DE MUDAS DE *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz SUBMETIDAS A DIFERENTES SUBSTRATOS E CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, Paraíba, para obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

APROVADA em: __/__/__

Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Learth Cunha (UAEF/UFCG)
Orientadora

MSc. Djailson Silva da Costa Júnior
1º Examinador

MSc. Antônio Marcos César de Almeida
2º Examinador

DEDICO ESTE TRABALHO A MULHER QUE ME DEU A VIDA E A OPORTUNIDADE DE SENTIR O QUE É A TERRA E O QUANTO DOCE PODEM SER OS FRUTOS PROVINDOS DELA.

PARA VOCÊ, MÉRCIA MENDES TORRES.

“SE NÃO HOUVER FRUTOS, VALEU A BELEZA DAS FLORES; SE NÃO HOUVER FLORES, VALEU A SOMBRA DAS FOLHAS; SE NÃO HOUVER FOLHAS, VALEU A INTENÇÃO DA SEMENTE”.

HENFIL

"HÁ UM SUSSURRO NO VENTO NOTURNO,
HÁ UMA ESTRELA RADIANTE A NOS GUIAR,
E A NATUREZA ESTÁ CHAMANDO, CHAMANDO... VAMOS EMBORA."

FRANCIS MALLMANN

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e oportunidades que já tive, por está sempre presente, me conduzindo e iluminando meu caminho.

Aos meus familiares, em especial a minha mãe por todo amor e ensinamentos, e por sempre está comigo em todos os momentos, a minha irmã, por me dá forças e incentivos, mesmo em horas que merece uns cascudos, aprendi e aprendo muito com você. Aos meus tios... Marciano, George e Maureilton e tias... Bí, Graça, Colinha, Glicinha (in memorian), Emanuela, primos e primas...Kessynha, Jó e Itamar, Mara, Arthur, Alícia e Aninha... e aos meus avôs e avós que estiveram presentes em minha vida e que me deram forças e contribuíram de alguma forma para minha formação.

A minha orientadora e amiga Maria do Carmo (Carminha), por quem, tenho imensa admiração e respeito, pela orientação, confiança, generosidade, amizade e pela sua excepcional paciência, muito obrigado.

Aos meus amigos, Jessica (Jéjé), Jessily, Rayssa, Vilma, Tamires, Guia, Daniele, Cris, Erik, Ewerton, Oscar, Tamires, Kaio, Jn, Fatinha, pela amizade, amor, compreensão e companheirismo.

A família “Xavier” (Vinícius, Margarete, Viviany, Valmir, Eloá e Kauan...) por me acolherem e me fazerem sentir tão bem, obrigado por todo carinho... vocês são uma segunda família para mim.*

A família “Ciência Sem Fronteiras”, em especial a Fabiana, Vivian Vanassi, Leo, Larissa, Luciana, Felipe, Camila, Márcia, Júlia, Maurício, Nathalie, Ellen, Yara, Thairz, Matheus, Rajla, Aline, Júnior, pela extraordinária experiência que tivemos na Itália, momentos únicos que levarei pelo resto da vida.

A todos os colegas do Curso de Engenharia Florestal que me acompanharam nesta jornada, pelas amizades e contribuições, meus agradecimentos.

Aos amigos da Universidade Federal de Viçosa, Luiz, Carla, Cássia, Indira, Ju, Andressa, Glauciana pela rica convivência que tivemos durante a graduação.

Aos professores da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, em especial a Ivonete, Olaf, Naelza, Patrícia, Jacob, Joedla, Assíria, Alana, Elisabeth, Diércules, Rivaldo, Ricardo, Gilvan, Lúcio, Éder, pelo apoio e conhecimentos que contribuíram para minha formação.

Aos funcionários da UFCG, pela dedicação e contribuição, em especial Fátima (Fatinha), Ivanice e Ednalva, Aminthas, pelo enorme carinho e auxílio, vocês foram essenciais!

A Universidade Federal de Campina Grande pelos recursos oferecidos para minha formação acadêmica.

A todas as pessoas que passaram por esta caminhada, meu muito obrigado!

SANTOS, Yathaanderson Mendes dos. **CRESCIMENTO E PADRÃO DE QUALIDADE DE MUDAS DE *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz SUBMETIDAS A DIFERENTES SUBSTRATOS E CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE.** 2016. Monografia (Graduação) Curso de Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2016. 33p.

RESUMO

A avaliação da qualidade de mudas é fundamental e decisiva para formação de plantios florestais. O estudo teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de luminosidade e tipos de substratos na emergência e qualidade de mudas *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz. Os tratamentos consistiram da combinação de quatro substratos: (S1) = Barro + Areia + Plantmax[®] (1:1:1, v:v:v); (S2) = Barro + Esterco bovino + Areia (1:1:1, v:v:v); (S3) = Esterco bovino + Areia + Plantmax[®] (1:1:1, v:v:v) e (S4) = Barro + Esterco bovino + Areia + Plantmax[®] (1:1:1:1, v:v:v:v) em quatro condições de luminosidade: L1 = 80% de sombreamento, L2 = 50% de sombreamento, L3 = 25% de sombreamento e L4 = Sol pleno, com uso de telas de sombrite, em tubetes cônicos de 280 cm³ de volume. Foram avaliados a emergência, altura, diâmetro, massa da matéria seca, comprimento de raiz, relação altura/diâmetro e índice de qualidade de Dickson. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 24 plantas. Nessas condições, foi possível concluir que o crescimento das mudas foi influenciado pelos substratos e pelas condições de luminosidade, e que os substratos S3 e S4, com maiores quantidades de matéria orgânica e nutrientes, em pleno sol possibilitaram os melhores resultados.

Palavras-chave: emergência, caatinga, produção de mudas, matéria orgânica.

SANTOS, Yathaanderson Mendes dos. **GROWTH AND QUALITY PATTERN OF *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz SEEDLINGS EXPOSED TO DIFFERENT SUBSTRATES AND LUMINOSITY CONDITIONS.** 2016. Monograph (Graduation) Forest Engineering. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2016. 33p.

ABSTRACT

Seedling quality evaluation is fundamental and crucial for the formation of forest plantations. This study aimed to evaluate the effect of different levels of luminosity and types of substrates in emergency and quality of *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz seedlings. The treatment consisted in the combination of four substrates: (S1) = Clay + Sand + Plantmax[®] (1:1:1, v:v:v); (S2) = Clay + Cattle manure + Sand (1:1:1, v:v:v); (S3) = Cattle manure + Sand + Plantmax[®](1:1:1:1, v:v:v:v) in four luminosity conditions: L1 = 80% of shading, L2 = 50% of shading, L3 = 25% of shading and L4 = full sun, using Sombrite screens, in conical tubes volume of 280 cm³. The evaluated items were emergency, height, diameter, dry matter content, root length, height/diameter correlation and Dickson quality index. The entirely randomized experimental design was used, with four repetitions. Considering these conditions, it was possible to conclude that the seedlings growth was influenced by the substrates and luminosity conditions, and that the S3 and S4 substrates, which had higher quantities of organic matter and nutrients, in full sun were able to provide the best results.

Key – words: emergency, caatinga, seedlings production, organic matter.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Imagens ilustrativas da espécie *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz. (A – detalhe da casca; B – ramos; C- Floração; D – Frutos verdes; E – Frutos maduros; F-Sementes).....4
- Figura 2** - Crescimento médio em altura de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz nos quatro substratos: (S1) = Ba + A + Pl[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + Pl[®]; (S4) =Ba + EBo + A + Pl[®] em quatro níveis de luminosidade: A) 80% sombra; B) 50% sombra; C) 25% sombra; D) Sol pleno, entre 0-120 dias após emergência (DAE).....18
- Figura 3** – Diâmetro médio do coleto de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz nos quatro substratos: (S1) = Ba + A + Pl[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + Pl[®]; (S4) =Ba + EBo + A + Pl[®] em quatro níveis de luminosidade: A) 80% sombra; B) 50% sombra; C) 25% sombra; D) Sol pleno, entre 0-120 dias após emergência (DAE).....19
- Figura 4** - Características da parte aérea (A) e raiz (B) das mudas no substrato S1, em 80% luminosidade e parte aérea (C) e raiz (D) de mudas no S4 sob sol pleno, aos 120 dias após a semeadura.....26

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Resumo da análise de variância dos parâmetros morfológicos de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz submetidas a quatro substratos (S) e quatro níveis de luminosidade (L).....15
- Tabela 2** - Porcentagem de emergência (20 dias após a semeadura) de sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.....16
- Tabela 3** – Altura final (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.....20
- Tabela 4** – Diâmetro do coleto final (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.....20
- Tabela 5** – Comprimento de raiz (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.....22
- Tabela 6** – Massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa da matéria seca da raiz (MMSR) e massa da matéria seca total (MMST), 120 dias após a semeadura de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.....23
- Tabela 7** –Relação altura/diâmetro do coleto (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.....25
- Tabela 8** – Índice de qualidade de Dickson (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.....25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz.....	4
2.2 Substrato e a produção de mudas florestais.....	5
2.3 Luminosidade.....	7
2.4 Parâmetros morfológicos na determinação de qualidade de mudas.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5 CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A flora brasileira apresenta alta diversidade de espécies, e, no caso das espécies arbóreas, ainda há lacunas de informações ecológicas e silviculturais, que dificultam a análise do ciclo biológico, das formas de propagação, produção de mudas, o estabelecimento e desenvolvimento das plantas, tanto em condições naturais como quando sujeitas às adversidades encontradas no ambiente natural.

A intensificação das atividades de uso exploratório e degradação em ambientes florestais levou à necessidade de implantação de povoamentos florestais para fins de preservação, e suprimento das demandas de atividades de produção florestal para fins econômicos, atividades estas diretamente associadas com a produção de mudas de qualidade.

O processo produtivo de mudas de essências florestais nativas deve ser embasado em parâmetros técnicos consistentes e confiáveis, com realização de estudos científicos que visem a seleção da condição produtiva que torne possível a obtenção de resultados superiores, visto que mudas destinadas à comercialização devem possuir qualidade fisiológica e sanitária, além de valor de mercado, que se estabeleçam eficientemente após o plantio (SCREMIN-DIAS *et al.* 2006).

Espécies nativas são potencialmente aptas para o cultivo racional, para uso em recuperação de áreas degradadas e ciliares, e implantação de reflorestamentos para exploração econômica (BRIENZA JÚNIOR, 2008) (AMARAL, 2010), quer seja pelo valor madeireiro (SILVA, 2013), forrageiro (DRUMMOND *et al.* 2004), medicinal (BESSA 2013), extração de taninos (AZEVÊZO *et al.*, 2015), dentre outros. O plantio dessas espécies exige conhecimentos técnicos nem sempre disponíveis (SOUZA *et al.*, 2005) e, a melhoria do sistema de produção de mudas é necessária, vista como prática fundamental para o êxito destas atividades.

Fatores do ambiente como luminosidade, água, temperatura e condições edáficas são alguns dos que interferem no desenvolvimento das plantas (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009), bem como a procedência do material genético, evidenciado por variações genéticas entre procedências dentro da mesma espécie, e têm sido reconhecidas há longo tempo, em função de suas características adaptativas às condições edafoclimáticas em diferentes habitats (NAVROSKI, *et al.*, 2016).

O processo de germinação e emergência de plântulas é regulado por condições de luminosidade (quantidade e qualidade), temperatura, umidade, disponibilidade de oxigênio, estrutura do solo e profundidade de semeadura (SANTOS *et al.*, 2009), dentre outros. A emergência rápida e uniforme é característica desejável para a formação de mudas, por diminuir

o tempo da fase de plântula, assim como sobrevivência e rápido crescimento após o plantio (MELOTTO *et al.*, 2009).

Luminosidade e características físicas e químicas do substrato são fatores que influenciam a produção de mudas florestais. Substrato é o meio em que as raízes se desenvolvem, formam suporte estrutural, fornece água, oxigênio e nutrientes para desenvolvimento das mudas. A análise do crescimento e desenvolvimento das mudas sob o efeito desses fatores, pode indicar a melhor recomendação para o desempenho da planta, nesta fase (BENINCASA, 2003).

A luz, a temperatura, a concentração de CO₂ e a umidade do solo são fatores que afetam diretamente a fotossíntese, e fornecem sinais que regulam o crescimento da planta. Estudos têm evidenciado a plasticidade fisiológica de espécies em relação à radiação fotossinteticamente ativa disponível, por meio de avaliações de crescimento inicial em relação a diferentes níveis de luminosidade (PIEREZAN, 2012).

A obtenção de mudas de qualidade prescinde de conhecimentos acerca das exigências ecológicas, nutricionais (FANTI; PEREZ, 2003), e de manejo na fase de viveiro (RIBEIRO *et al.*, 2009), que potencializem o desempenho ecológico ou econômico dos plantios florestais. Estudos comprovam a influência de substratos na produção de mudas (COSTA; DANTAS, 2009; MACEDO *et al.*, 2011) e as espécies possuem necessidades individualizadas (RIBEIRO *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2008; DANTAS *et al.*, 2009).

Diferentes níveis de luminosidade sob condições naturais causam, em geral, mudanças morfológicas e fisiológicas na planta, e seus efeitos são mais significativos no crescimento, principalmente no que se refere ao acúmulo de matéria seca (SCALON *et al.*, 2003).

Cada espécie individualmente tem exigências específicas para seu desenvolvimento, e há carência de informações sobre os aspectos silviculturais, suas necessidades hídricas, nutricionais e de luz.

Diversos estudos mostram a importância e influência do substrato e luminosidade na análise da qualidade morfológica das mudas de espécies florestais, e tentam padronizar o tipo e composição do substrato, assim como a condição de luz ideal para atender as exigências de cada espécie (SCALON *et al.*, 2003; SAIDELLES *et al.*, 2009; SANTOS; PINTO; PEREIRA, 2009; GOMES *et al.*, 2010; AGUIAR *et al.*, 2011; TRAZZI *et al.*, 2012; AZEVEDO *et al.*, 2010; DUTRA *et al.*, 2012; FARIA *et al.*, 2013; LOPES *et al.*, 2013; DELARMELINA *et al.*, 2013).

Com o uso crescente de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas, matas ciliares e reflorestamentos, surge a necessidade de conhecer os aspectos silviculturais e

tecnológicos das espécies, ainda são pouco pesquisadas, principalmente quando se trata de espécies nativas da Caatinga. A produção de mudas é considerada etapa fundamental para a execução destas atividades. Entretanto, ainda há dificuldade para a realização desta técnica, devido à falta de informação sobre as exigências fisiológicas das espécies em função de fatores como: luminosidade, substrato, recipientes, regime hídrico, que interferem em aspectos relativos à uniformidade de emergência e crescimento, além do tempo necessário para obtenção de mudas de qualidade.

As taxas de crescimento, como altura da parte aérea e comprimento de raiz, são importantes para o estabelecimento das plantas no campo, onde serão submetidas às condições adversas e competição vegetal por luz, água e nutrientes.

Estudos com sementes e mudas florestais vêm sendo desenvolvidos e visam determinar a sua qualidade, especialmente no que diz respeito à padronização, uniformidade e rapidez na emergência, viabilidade, aperfeiçoamento e estabelecimento dos métodos de análise, e técnicas de produção de mudas.

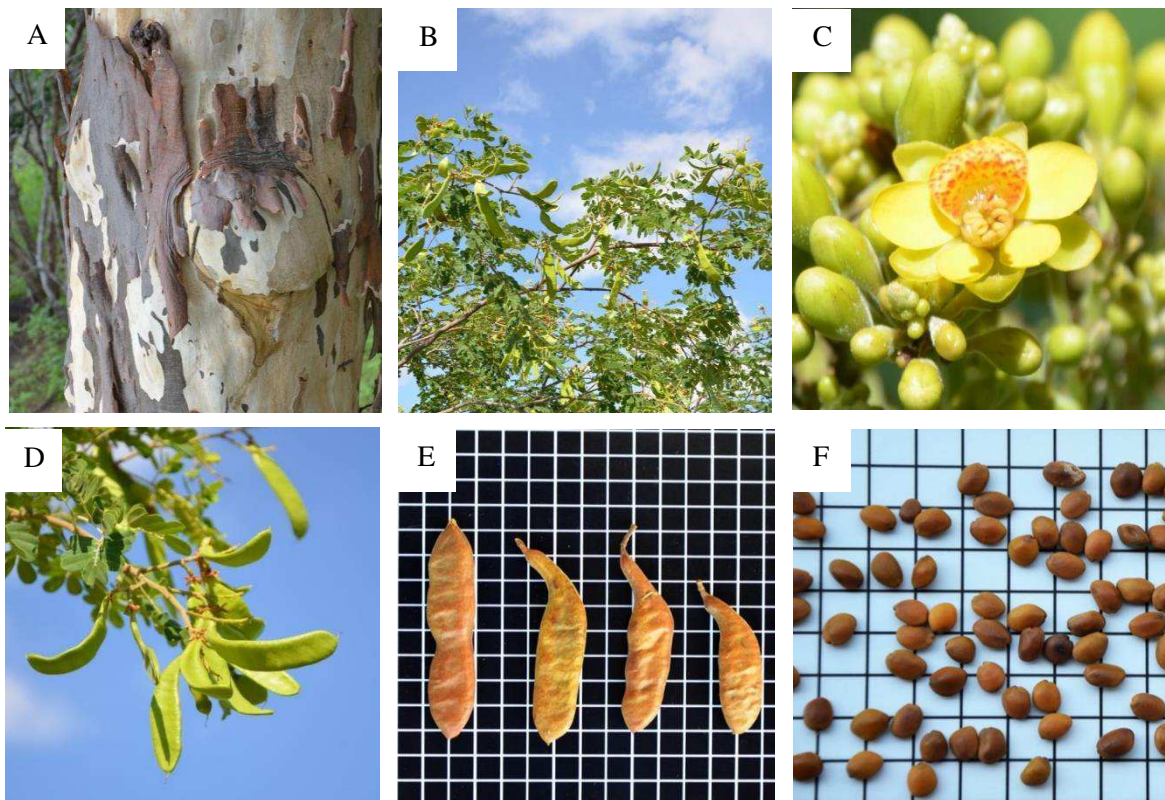
Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência de substratos e níveis de luminosidade na emergência, crescimento e qualidade de mudas de *Libidibia ferrea*, a fim de fornecer subsídios para a produção de mudas da espécie.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

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

Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz Fabaceae-Caesalpinoideae, é espécie arbórea nativa, com ocorrência nos estados do Piauí, Alagoas, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro, na floresta pluvial Atlântica e na Caatinga, popularmente conhecida como jucá, pau-ferro, ibirá-obi, imirá-itá. A árvore pode atingir até 15 metros de altura, com tronco revestido por casca com ritidoma escamoso em placas finas e ramos pouco lenticelados. Folhas alternas espiraladas, compostas bipinadas, imparipenadas, de 15-19 cm de comprimento, com 5-11 pinas opostas; foliólulos opostos, oblongos com base assimétrica e ápice arredondado, em número de 8-24 por pina. Flores amarelas, diclamídeas, dialipétalas, zigomorfas, dispostas em panículas apicais e axilares. Fruto legume indeiscentes, duro e marrom. Planta semidecídua ou perenifólia, heliófita (LORENZI, 2008). Na Figura 1 são apresentadas imagens ilustrativas da espécie em estudo.

Figura 1 – Imagens ilustrativas da espécie *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz. (A – detalhe da casca; B – ramos; C- Floração; D – Frutos verdes; E – Frutos maduros; F- Sementes)



Fonte: Cunha (2016).

É espécie de importância econômica, de madeira pesada (densidade 1,22g/cm³) com longa durabilidade natural. Apresenta valor forrageiro e como ornamental pelo florescimento exuberante, e pode ser empregada na arborização urbana. É planta tolerante a áreas abertas, usada na recuperação de áreas degradadas e recomposição de matas nativas, além de potencialidades medicinais com usos da entrecasca e dos frutos como antidiabético, anticatarrais e cicatrizantes. A infusão das folhas, frutos e raízes é antidiarréico e antitérmico (LORENZI, 2008).

2.2 Substrato e a produção de mudas florestais

Os substratos têm como principal função dar condições de germinação ou emergência e de sustentação às plântulas em crescimento, suprimindo necessidades físicas e químicas. São constituídos por três frações: a química e a física, formadas por partículas minerais e orgânicas, com poros que podem ser ocupados por ar e/ou água, e a biológica, constituída pela matéria orgânica (CARNEIRO, 2009). As características físicas são importantes por influenciar no crescimento das mudas, como por exemplo no caso de substratos de alta densidade dificultar o cultivo no recipiente, que pode limitar o crescimento das mesmas (KÄMPF, 2000).

Os substratos são responsáveis pelo suprimento de nutrientes para as plantas e apresentam atributos químicos importantes para o desenvolvimento destas como o pH, que interfere na solubilidade e disponibilidade dos nutrientes (EPSTEIN; BLOOM, 2006), a capacidade de troca catiônica (CTC). Conforme Kämpf (2000), em substratos onde predomina a matéria orgânica a faixa ideal de pH recomendada é de 5,0 a 5,8 e, quando for à base de solo mineral, entre 6,0 e 6,5.

A fração química do substrato é importante na produção de mudas de espécies florestais, desde que disponibiliza, em maior ou menor quantidade, os elementos essenciais, sejam macronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e/ou micronutrientes ferro, zinco, cobre, molibdênio, boro, manganês, e cloro, todos importantes, em quantidades adequadas para crescimento e desenvolvimento das plantas (MALAVOLTA, 2006).

O nitrogênio (N) é elemento mais abundante nas plantas, como constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas e nucleotídeos, participa da atividade fotossintética. É absorvido pelas plantas como nitrato ou amônio. O fósforo (P), após o nitrogênio, é o elemento que mais limita o crescimento das plantas, constitui entre 0,2% a 0,5% da biomassa vegetal. Desempenha atividade no metabolismo energético celular (ATP, GTP) e

está presente em fosfolipídios, açúcares fosfatados, coenzimas e ácidos nucleicos (MARENCO; LOPES, 2009). O potássio (K) participa da atividade enzimática, síntese de proteína, expansão celular, abertura e fechamento dos estômatos e regula o potencial osmótico na planta (MALAVOLTA, 2006; PRADO, 2008).

A capacidade de troca catiônica mede a quantidade de cargas elétricas negativas no solo, considerada importante propriedade, visto que é responsável pela retenção dos elementos essenciais facilmente disponíveis para as plantas (PRADO, 2011). A saturação por bases é excelente indicativo das condições gerais de fertilidade, está relacionada diretamente à fertilidade natural, onde os atributos Eutrófico (alta fertilidade) e Distrófico (baixa fertilidade) indicam a necessidade ou não de adubação para uso agrícola (RONQUIN, 2010).

A fonte orgânica do substrato é responsável pela retenção de umidade e pelo fornecimento de parte dos nutrientes, e o esterco bovino tem sido utilizado como fonte orgânica na composição de substratos para viveiros (CAETANO, 2016). Para Cunha *et al.*, (2006), o melhor desempenho das mudas de *Acacia* sp. em comparação com diferentes substratos na mesma proporção de material orgânico, foi observada em substrato com esterco bovino.

Atualmente diversos materiais são utilizados para compor substratos para produção de mudas: fibra de coco (NOGUEIRA *et al.*, 2012), esterco bovino (HIGASHIKAWA *et al.*, 2010), casca de pinus (KRATZ *et al.*, 2013), bagaço de cana (DUTRA *et al.*, 2012), dentre outros. Diversos estudo são realizados a fim de viabilizar a utilização destes resíduos em sistemas de produção, que são favorecidos pelo uso de insumos regionais e que sejam acessíveis e de baixo custo, além de benefícios ambientais (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004).

Alguns substratos possuem produção em escala industrial, como o Plantmax® florestal, comumente empregado em viveiros para a produção de mudas dos gêneros *pinus* e *Eucalyptus*, que apresenta em sua formulação a casca de *pinus* carbonizada, a vermiculita expandida, turfa, calcário e adubo químico (MARTINS *et al.*, 2012).

Fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, entre outros, podem variar de substrato a substrato e favorecer ou prejudicar a germinação ou emergência das sementes (MIRANDA *et al.*, 2012). Dentre as principais características, substratos com disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos, macro e micronutrientes disponíveis, pH, textura e estrutura adequados promovem melhor performance no crescimento das plantas (SILVA *et al.*, 2001).

A emergência das sementes varia em função do tipo de substrato utilizado, portanto é importante a seleção do substrato que garanta melhores resultados e que promova o desenvolvimento de plântulas, com qualidade (MIRANDA *et al.*, 2012).

2.3 Luminosidade

As espécies têm sido classificadas de acordo com o comportamento na sucessão, principalmente quanto às exigências por luz. Segundo classificação de Budowski (1965) as espécies podem ser pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. Lamprecht (1990) classifica as espécies quanto à exigência por luz em heliófilas ou heliófitas, esciófilas e parcialmente esciófilas. Apesar da grande variação terminológica, as classificações não diferem quanto aos conceitos fundamentais.

A luminosidade possui influência sobre os estádios de desenvolvimento da planta, interfere no crescimento vegetativo, e tem efeito direto sobre processos metabólicos como fotossíntese, a abertura estomática e a síntese da clorofila (KOZŁOWSKI *et al.*, 1991).

Existem variações entre espécies, no que se refere às exigências quanto à luminosidade, com algumas mais ou menos exigentes que outras, principalmente na fase inicial de crescimento.

A eficiência do crescimento pode ser relacionada com a habilidade de adaptação das plântulas as condições de luminosidade do ambiente. As análises do crescimento são utilizadas para avaliar o grau de tolerância das diferentes espécies em função do sombreamento. Estudos mostram que as espécies tolerantes apresentaram crescimento mais lento em relação às intolerantes em função de ambientes com sombreamento, ocasionado pela redução do metabolismo (GONÇALVES *et al.*, 2012).

O acúmulo da biomassa nas plantas está diretamente ligado a capacidade de adaptação às diferentes condições de disponibilidade de luz e, quando em condição fisiológica favorável, espera-se eficiência na conversão de energia, maior produção de carboidratos e maior crescimento, em relação a condições desfavoráveis (DOSSEAU *et al.* 2007).

2.4 Parâmetros morfológicos na determinação de qualidade de mudas

Diversos fatores interferem na qualidade das mudas, desde a seleção do recipiente adequado, origem da semente e o potencial genético da espécie, escolha do substrato, quantidade de água e fertilização, como também tratos silviculturais eficientes e o tempo de permanência no viveiro (GOMES, 2001).

A análise da qualidade de mudas é fundamentada para atender a condição de que a muda sobreviva e se desenvolva após o plantio em campo, em função de características morfológicas, que apresentam variações, seja por fatores genéticos e/ou pelo processo de produção

empregado (DAVIDE; FARIA, 2008). Parâmetros morfológicos e fisiológicos são utilizados na avaliação da qualidade de mudas (HUNT, 1990), com os morfológicos mais comumente, por serem mais fáceis, práticos e de rápida determinação, em relação à avaliação fisiológica (AGUIAR *et al.*, 2011; ELOY *et al.*, 2013).

Nas avaliações quantitativas, alguns parâmetros são destrutíveis e outros não. Os mais utilizados são: a altura da parte aérea, que é de fácil mensuração e estima o crescimento inicial, porém a interação do crescimento da parte aérea com a radicial, pode afetar a qualidade da muda caso a dimensão do recipiente restrinja o crescimento radicular (CARNEIRO, 1995); o diâmetro do coleto, importante para avaliar a rusticidade da espécie, além de estimar a sobrevivência das mudas após o plantio; a relação entre o diâmetro e altura, ou índice de robustez, também utilizado para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo (CARNEIRO, 1995); a massa da matéria seca, que define a habilidade de sobrevivência após o plantio, resultado da capacidade fotossintética e da quantidade de nutrientes minerais absorvidos, e é método destrutivo (LOPES *et al.*, 2013).

Para avaliação da qualidade de mudas foi elaborado um índice de qualidade de mudas, a partir da relação entre parâmetros morfológicos, denominado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) que considera a robustez e a relação de distribuição de biomassa da muda (DICKSON *et al.*, 1960).

Em estudo, foi proposto valor mínimo de 0,20, como bom indicador para a qualidade de mudas de *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies*, e quanto maior o índice, melhor será o padrão de qualidade de mudas (HUNT, 1990). Porém, os valores encontrados para espécies florestais são variáveis, por suas especificidades, e podem apresentar divergências em parâmetros morfológicos que são influenciados pelo manejo da produção no viveiro; tipo e proporção do substrato; intensidade luminosa; relações hídricas e nutricionais; volume do recipiente e idade em que a muda é avaliada (CALDEIRA *et al.*, 2013). Rossa *et al.* (2013) avaliaram a qualidade de mudas de paricá produzidas em doses crescentes de adubo e constataram que o IQD variou entre 0,29 e 0,58, e sugerem que, para esta espécie, mudas de qualidade devem ter, pelo menos, IQD maior ou igual a 0,20.

Este índice tem sido utilizado em vários estudos relacionados à qualidade de mudas (SILVEIRA, 2008), pois atribui no seu cálculo diversos parâmetros morfológicos, como altura, diâmetro do coleto e o peso de matéria seca.

Alguns estudos buscam a eficiência no sistema de produção de mudas de espécies florestais nativas, que avaliam e propõem formas de produção de mudas com alto padrão de qualidade (HUNT, 1990; GOMES *et al.*, 2002; CUNHA *et al.*, 2005; BERNADINO *et al.*,

2005; CALDEIRA *et al.*, 2008; REIS *et al.*, 2012; SANTOS; COELHO; AZEVEDO, 2013; GONÇALVES *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2012; BONAMIGO *et al.*, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR, localizado no município de Patos – PB.

Frutos de *Libidibia ferrea* foram coletados de matrizes adultas com distância mínima de 100 m entre si, em Água Branca – PB. Após a coleta foram secos ao sol e as sementes extraídas dos mesmos, com auxílio de martelo, com limpeza e beneficiamento manuais. As sementes foram armazenadas em recipientes plásticos em refrigerador, e permaneceram até o início do experimento.

Foram empregados tubetes rígidos com volume de 280 cm³, com 8 estrias. Em cada recipiente foram semeadas três sementes com profundidade de 1,0 cm, pré-tratadas com ácido sulfúrico P.A. por 20 minutos, para quebra de dormência tegumentar (AVELINO *et al.*, 2012).

Os substratos testados foram constituídos a partir de misturas dos substratos barro (Ba), esterco bovino (EBo), areia (A) e substrato Plantmax® (PI®), em diferentes proporções, e encaminhados para análise de fertilidade e química no Laboratório de Solos e Água da UFCG no Centro de Saúde e Tecnologia Rural – Campus de Patos, resultados expressos no Quadro 1.

Quadro 1 - Análise química dos substratos utilizados no experimento.

Elementos	Unidade	Substratos*			
		S1	S2	S3	S4
pH (CaCl ₂ 0,01M)	---	6	6,3	6,7	6,8
Fósforo	mg.dm ⁻³	132,4	257,4	540,8	643,5
Cálcio	cmol _c dm ⁻³	8	4,8	14	11,2
Magnésio	cmol _c dm ⁻³	4,2	3,2	7	7,6
Potássio	cmol _c dm ⁻³	0,38	2,81	2,23	2,05
Sódio	cmol _c dm ⁻³	0,3	1,04	1,13	0,91
H + Al	cmol _c dm ⁻³	1,5	1,2	1	1
T	cmol _c dm ⁻³	14,4	13,1	25,4	22,8
V (saturação de base)	%	89,6	90,8	96,1	95,6

*(S1) = Ba + A + PI®; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + PI®; (S4) = Ba + EBo + A + PI®.

As luminosidades empregadas foram: L1 = 80% de sombreamento, L2 = 50% de sombreamento, L3 = 25% de sombreamento e L4 = Sol pleno, com uso de telas de sombrite.

A intensidade luminosa em cada tratamento foi determinada com Luxímetro Digital lux-meter Phyne Serial nº 07137-000 entre as 7-17h, a cada 2 horas, nas quatro condições de luminosidade, com intervalos para L1 (80% sombreamento): 0,47 – 21,86 klx; L2 (50% sombreamento): 1,12 – 44,95 klx; L3 (25% sombreamento): 1,62 – 72,21 klx e L4 (Sol pleno): 2,31 – 83,77 klx.

Foram testados quatro tratamentos em cada condição de luminosidade (4), correspondente aos quatro substratos avaliados em cada uma delas (Quadro 2).

Quadro 2 – Tratamentos utilizados a partir da mistura de Barro (Ba), esterco bovino (EBo), areia (A) e substrato Plantmax® (PI®), em diferentes proporções em quatro níveis de luminosidade, para avaliar o crescimento e qualidade de mudas de *Libidibia ferrea*.

Luminosidade	Tratamento	Substrato
L1 = 80% sombreamento	T1	(S1) = Ba + A + PI® (1:1:1, v:v:v)
	T2	(S2) = Ba + EBo + A(1:1:1, v:v:v)
	T3	(S3) = EBo + A + PI® (1:1:1, v:v:v)
	T4	(S4) = Ba + EBo + A + PI®(1:1:1:1, v:v:v:v)
L2 = 50% sombreamento	T1	(S1) = Ba + A + PI® (1:1:1, v:v:v)
	T2	(S2) = Ba + EBo + A(1:1:1, v:v:v)
	T3	(S3) = EBo + A + PI® (1:1:1, v:v:v)
	T4	(S4) = Ba + EBo + A + PI®(1:1:1:1, v:v:v:v)
L3 = 25% sombreamento	T1	(S1) = Ba + A + PI® (1:1:1, v:v:v)
	T2	(S2) = Ba + EBo + A(1:1:1, v:v:v)
	T3	(S3) = EBo + A + PI® (1:1:1, v:v:v)
	T4	(S4) = Ba + EBo + A + PI®(1:1:1:1, v:v:v:v)
L4 = Sol pleno	T1	(S1) = Ba + A + PI® (1:1:1, v:v:v)
	T2	(S2) = Ba + EBo + A(1:1:1, v:v:v)
	T3	(S3) = EBo + A + PI® (1:1:1, v:v:v)
	T4	(S4) = Ba + EBo + A + PI®(1:1:1:1, v:v:v:v)

Fonte: Dados da pesquisa.

Os efeitos dos fatores estudados foram avaliados através dos seguintes parâmetros (BERNADINO *et al.*, 2005):

- **Emergência (%E)** – contagem do número de sementes emergidas, a cada 2 dias, com início no 3º dia e final ao 20º dia após a semeadura. O critério utilizado foi o de plântulas normais que apresentavam as estruturas essenciais perfeitas (BRASIL, 2009).
- **Altura da planta (H)** – a distância entre o colo da muda e a inserção da última folha com auxílio de régua milimétrica (cm).
- **Diâmetro do coleto (DC)** – tomado na região do coleto da muda, com o auxílio de paquímetro digital (mm).
- **Comprimento da raiz (CR)** – medida a partir da distância do coleto, com régua milimétrica (cm), após desativação do experimento.
- **Massa da matéria seca total, massa da matéria seca da parte aérea e radicular (MMST), (MMSPA) e (MMSR)** – após desidratado em estufa regulada a 70 °C por 77 h, foi realizada a pesagem da massa fresca, em balança de precisão (0,01g).
- **Relação altura/diâmetro do coleto (H/DC)**: valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do coleto, que exprime o equilíbrio de crescimento, denominado índice de robustez.
- **Índice de Qualidade de Dickson – (IQD)**: calculado pela seguinte equação:

$$IQD = \frac{MMST (g)}{H(cm) / DC(mm) + MMSPA(g) / MMSR(g)}$$

Onde:

IQD = Índice de Qualidade de Dickson;

MMST = Massa da matéria seca total;

H = Altura da planta;

DC = Diâmetro do coleto;

MMSPA = Massa da matéria seca da parte aérea;

MMSR = Massa da matéria seca da raiz.

As irrigações foram realizadas diariamente por microaspersão, num ciclo de 08 horas (das 6h às 16h), às 06h, 08h, 12h e 16h, por um período de 20 minutos.

As avaliações para altura da planta, diâmetro do coleto foram realizadas quinzenalmente até 120 dias após a emergência. Após este período, os tratamentos foram desativados e obtidas as avaliações para os demais parâmetros.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com comparação de quatro substratos em quatro condições de luminosidade. Cada repetição, constituída por 24 plantas, com 12 centrais utilizadas para obtenção de dados.

Os dados de emergência foram transformados em $\arcsen (\%/100)^{1/2}$, os parâmetros altura e diâmetro foram transformados em $\log_{10}X$, para atender pressupostos de homogeneidade e normalidade, testados pelo teste de Bartlett e Kolmogorov-Smirnov para a análise de variância. Os resultados foram submetidos à análise de variância e havendo diferença significativa as médias de luminosidade e substratos foram comparados pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Foram efetuadas análises de regressão e ajustes de modelos matemáticos para a altura e diâmetro do coleto, para o período de 4 meses, com dados obtidos aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a emergência, para determinar as tendências de crescimento das mudas para cada substrato e luminosidade testados. Os programas estatísticos usados foram Assistat 7.7 (SILVA, 2011) para análise de variância e Microsoft Office Excel 2013 para a análise de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise química dos substratos (Tabela 1) apontou diferenças para características químicas, que refletiram no desempenho das mudas, de acordo com as variáveis analisadas. Observa-se que todos os substratos apresentam valores de pH próximos a neutralidade. Quanto a este aspecto, são considerados de acidez muito baixa, na faixa ideal para plantas cultivadas (RONQUIM, 2010).

Os teores de macronutrientes variaram entre os substratos (Tabela 1) em função das diferenças nas proporções daqueles com maior quantidade de matéria orgânica, fornecida pelo esterco bovino e o Plantmax®.

Os substratos S3 e S4 apresentaram teores dos macronutrientes Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Potássio (K) em níveis adequados ao desenvolvimento das plantas (GONÇALVES; POGGIANI, 1996), entretanto os substratos S1 e S2 apresentaram teores mais baixos, e valores mais baixos de CTC.

Houve diferença altamente significativa ($p < 0,01$) para todos os parâmetros avaliados, com exceção do comprimento de raiz (CR) ($0,01 \leq p < 0,05$), em função das condições de luminosidades testadas (Tabela 1).

Em relação aos substratos, houve diferença altamente significativa para a altura final da planta (H), diâmetro final do coleto (DC), massa da matéria seca da parte aérea, da raiz e total (MMSPA, MMSR e MMST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) e porcentagem de emergência (%E) ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância dos parâmetros morfológicos de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz submetidas a quatro substratos (S) e quatro níveis de luminosidade (L).

F.V.	G.L.	%E	H	DC	CR	MMSPA	MMSR	MMST	H/D	IQD
L	3	6,1201**	6,0477**	7,5214 **	3,3882*	25,4202**	38,2043**	31,6378**	9,8667**	41,2184**
S	3	3,4261*	21,3077**	15,5325**	0,8186ns	33,0050**	20,4802**	28,9172**	0,5900ns	28,3139**

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F e ns - Não significativo. %E = porcentagem de emergência; H = altura da planta; DC = diâmetro do coleto; CR = comprimento da raiz; MMSPA = massa da matéria seca da parte aérea; MMSR = massa da matéria seca da raiz; MMST = massa da matéria seca total; H/D = relação altura/diâmetro; IQD = índice de qualidade de Dickson.

4.1 Emergência

A emergência das plântulas de *Libidibia ferrea* é epígea fanerocotiledonar, com cotilédones de reserva e teve início, independentemente dos tipos de substrato e níveis de luminosidade avaliados, aos 3 dias após a sementeira, até o vigésimo dia. Os resultados da análise de variância mostraram que houve diferenças significativas para substratos e altamente significativas para as luminosidades.

A maior porcentagem de plântulas emergidas foi registrada no S3 (97,92%), na condição de 80% de sombreamento, enquanto o S4 apresentou menor valor (86,46%) em 25% (Tabela 3). A espécie *Libidibia ferrea* apresentou emergência com valores acima de 85% em todos os substratos e luminosidades testados.

Tabela 2 - Porcentagem de emergência (20 dias após a sementeira) de sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.

Luminosidade	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
80% Sombra	90,63 Aa	91,67 Aa	97,92 Aa	93,75 Aa
50% Sombra	95,83 Aab	90,63 Ab	98,96 Aa	92,71 Ab
25% Sombra	93,75 Aa	93,75 Aa	92,71 Aa	86,46 Ba
Sol pleno	90,63 Aa	92,71 Aa	94,79 Aa	94,79 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. *(S1) = Ba + A + Pl[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + Pl[®]; (S4) = Ba + EBo + A + Pl[®].

Substratos e luminosidades influenciam na emergência de plântulas, como jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) com emergência de 47% e 26% sob sol pleno e telado, respectivamente (CARVALHO FILHO *et al.*, 2003). Para *Myracrodruon urundeuva*, a utilização de substratos contendo maiores teores matéria orgânica promoveu maior emergência de sementes (ANDRADE, 2013), devido a melhoria das propriedades físicas como aeração, drenagem e disponibilidade da água proporcionada pela mesma (CORREIA *et al.* 2001).

Altura e diâmetro do coleto

O comportamento do crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas de *Libidibia ferrea* nos diferentes substratos e níveis de luminosidade, ao longo dos 120 dias após a emergência, pode ser observado pelas análises de regressão do crescimento distribuído no tempo, e apresentaram elevados coeficientes de determinação (R^2) para todos substratos avaliados (Figura 3 e Figura 4).

As mudas apresentaram variações no crescimento, influenciadas pelo nível de luminosidade fornecido. Os dados mostram que a espécie necessita de luz para o melhor desempenho em altura e diâmetro e de substratos que apresentem maior quantidade de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes.

Na condição de menor luminosidade (80% de sombreamento), para ambos parâmetros, mudas submetidas aos quatro substratos apresentaram comportamento semelhante, com crescimento lento para altura e diâmetro do coleto até os 60 DAE, após este período o crescimento das mudas é mais rápido e intenso em substratos com maior quantidade de matéria orgânica e macronutrientes (S2, S3, S4), que obtiveram melhor desempenho. (Figura 2A; 3A). Nas demais condições de luminosidade (50%, 25% e Sol pleno) o desempenho dos substratos (S2, S3, S4) foi superior ao S1, desde o início das observações (Figura 2B-D; 3B-D).

Com o aumento da luminosidade, os substratos S2, S3 e S4 obtiveram melhores resultados em altura (Figura 2A-D) e diâmetro do coleto (Figura 3A-D), fato que não foi constatado para o substrato S1.

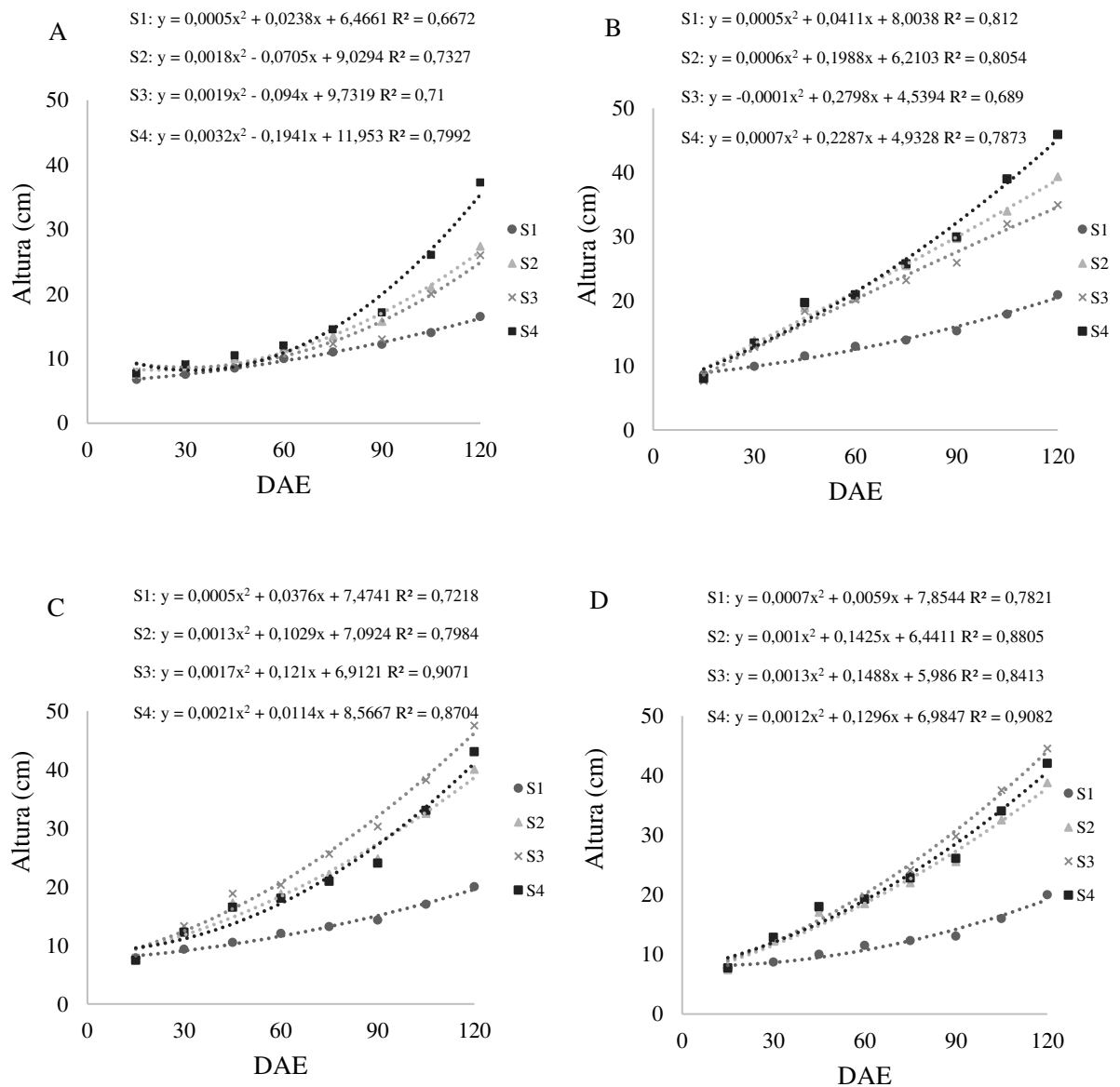
Os resultados podem ser explicados em função do baixo teor de Potássio, cuja deficiência tem reflexo na diminuição da dominância apical, menor diferenciação dos tecidos, deficiência de Fe induzida, clorose e necrose das margens e pontas das folhas, inicialmente nas mais velhas, visto que o potássio participa da atividade enzimática, síntese de proteína, expansão celular, abertura e fechamento dos estômatos e regula o potencial osmótico na planta (MALAVOLTA, 2006; PRADO, 2008).

A menor concentrações de fósforo pode ter limitado o crescimento das plantas, visto que o elemento participa de atividades no metabolismo energético celular e síntese de açúcares e coenzimas (MARENCO; LOPES, 2009).

O mesmo se observa para o Sódio, com menor teor neste substrato. Apesar de ser menos importante para a nutrição da planta, efeitos positivos da fertilização do sódio na produção e qualidade de algumas espécies são evidentes, pois controla a pressão osmótica nas células, que resulta na utilização mais eficiente da água, e auxilia na substituição parcial do potássio em

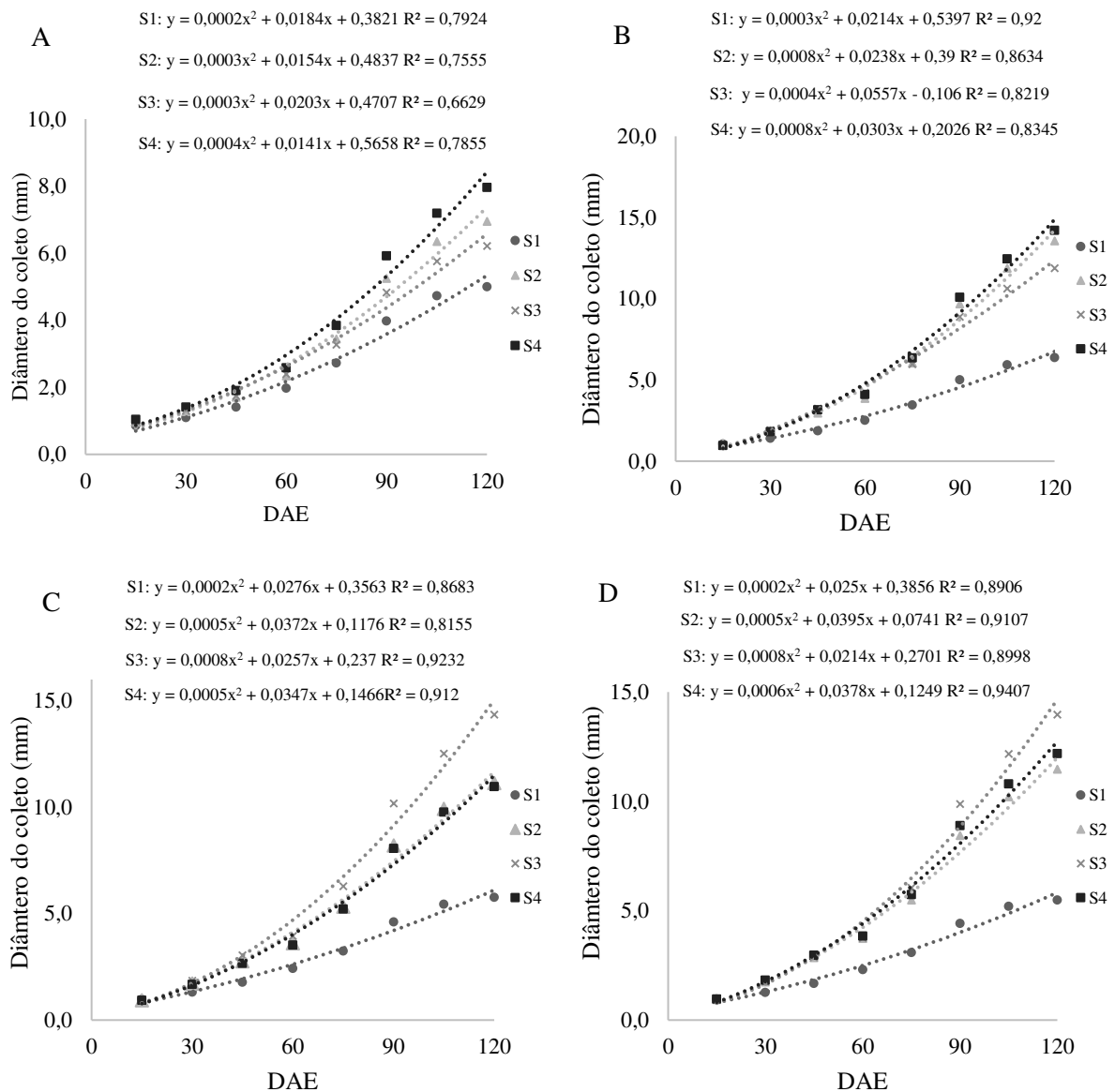
reações enzimáticas, em condições de deficiência (MALAVOLTA, 1989). Para níveis de 0% (sol pleno) e 25% de sombreamento o substrato S3 proporcionou maiores alturas (Figura 2C e 3D) e diâmetros (Figura 3C e 4D) que o substrato S4, que pode ser explicado pela maior quantidade potássio em S3, bem como maior CTC (Tabela 1), com maior capacidade para reter cátions em forma trocável, e favorecer o crescimento das plantas.

Figura 2 - Crescimento médio em altura de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz nos quatro substratos: (S1) = Ba + A + PI[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + PI[®]; (S4) = Ba + EBo + A + PI[®] em quatro níveis de luminosidade: A) 80% sombra; B) 50% sombra; C) 25% sombra; D) Sol pleno, entre 0-120 dias após emergência (DAE).



Fonte: SANTOS, 2016.

Figura 3 – Diâmetro médio do coleto de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz nos quatro substratos: (S1) = Ba + A + PI[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + PI[®]; (S4) = Ba + EBo + A + PI[®] em quatro níveis de luminosidade: A) 80% sombra; B) 50% sombra; C) 25% sombra; D) Sol pleno, entre 0-120 dias após emergência (DAE).



Fonte: SANTOS, 2016.

Os resultados da análise de variância ao final do período experimental, revelaram diferenças estatísticas significativas para os substratos, e níveis de luminosidade para a altura (Tabela 3), e diâmetro final do coleto (Tabela 4) das mudas de *Libidibia ferrea*.

Observou-se no substrato S3 maior altura (47,26 cm) e diâmetro do coleto (14,35 mm) em 25% de sombreamento, e menor altura (16,19 cm) e diâmetro do coleto (5,01 mm) no substrato S1 em 80% de sombreamento (Tabela 3 e Tabela 4).

O maior crescimento em altura e diâmetro nos substratos S3 e S4 pode estar relacionado com a maior quantidade de nutrientes encontrados nestes substratos (Quadro 1), em função da adição de matéria orgânica, que possibilita maior retenção e disponibilidade de água para manter a turgescência e metabolismo da parte aérea.

Tabela 3 – Altura final (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.

Luminosidade	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
80% Sombra	16,19 Bc	26,97 Bb	27,00 Bb	36,86 Ba
50% Sombra	20,68 Ab	39,06 Aa	37,39 ABA	43,05 Aa
25% Sombra	19,67Ac	38,94 Ab	47,26 Aa	42,46 ABab
Sol pleno	19,66 Ab	38,66 Aa	43,55 Aa	41,44 Aba

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. *(S1) = Ba + A + Pl[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + Pl[®]; (S4) = Ba + EBo + A + Pl[®].

Tabela 4 – Diâmetro do coleto final (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.

Luminosidade	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
80% Sombra	5,01 Ba	6,95 Ba	6,57 Ba	7,99 Ca
50% Sombra	6,38 Ab	13,56 Aa	11,83 Aa	14,21 Aa
25% Sombra	5,77 Abc	11,14 Ab	14,35 Aa	10,95 Bb
Sol pleno	5,48 Abc	11,47 Ab	13,97 Aa	12,19 ABab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. *(S1) = Ba + A + Pl[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + Pl[®]; (S4) = Ba + EBo + A + Pl[®].

Em função da condição de luminosidade, os resultados mostraram melhores desempenhos de mudas cultivadas em ambientes com maior luminosidade, que corroboram com os obtidos por Lima *et al.*, (2008) para a mesma espécie, onde as maiores alturas e diâmetros de mudas foram verificadas a pleno sol e as menores, em condições de

sombreamento. No entanto, estudo desenvolvido por Lenhard *et al.*, (2013), obteve maiores alturas de mudas, da mesma espécie, sob 50% de sombreamento, com menores valores a sol pleno. Para o diâmetro do coleto Lenhard *et al.*, (2013) também verificaram maiores diâmetros a 50% de sombra e menores para sol pleno em estudo conduzido no Mato Grosso do Sul, com sementes coletadas em matrizes em área urbana na cidade de Dourados, no entanto Santos *et al.*, (2013) não observaram diferenças nos diâmetros para as condições de luminosidade, quando conduzido com sementes coletadas em matrizes do campus da UFERSA, Mossoró, RN.

Estudos realizados com jatobá (*Hymenaea courbaril*), fedegoso (*Senna macranthera*) e moreira (*Maclura tinctoria*), sob 0%, 30% e 50% de sombreamento, verificaram maiores alturas na condição de 50% de sombreamento (ALMEIDA *et al.*, 2005). Bonamigo *et al.*, (2016) em estudo com *Tocoyena formosa*, observaram que mudas em 30% de sombreamento e em substrato contendo composto orgânico, obtiveram os melhores resultados em altura.

Cunha *et al.*, (2014) observaram que em mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, cultivadas em substratos com solo argiloso, esterco bovino e Plantmax®, sob condição de pleno sol, obtiveram melhor desempenho para grande parte das variáveis estudadas, promovendo o desenvolvimento de mudas de alta qualidade.

Vale ressaltar que é evidente que as espécies possuem diferentes padrões de resposta, de acordo com sua capacidade adaptativa às variações na intensidade de luz (MUROYA *et al.*, (1997) e necessidade de suprimento de matéria orgânica na constituição do substrato (COSTA *et al.*, 2005).

Para este estudo constatou-se que as plantas provenientes de tratamentos com maior concentração de esterco bovino e Plantmax®, com maiores concentrações de nutrientes, em ambientes com maior luminosidade, atingiram as maiores alturas e diâmetros aos 120 dias após semeadura.

Comprimento de raiz, MMSPA, MMSR e MMST

Os resultados evidenciam que não houve aumento estatisticamente significativo do comprimento da raiz nos diferentes substratos, no entanto, observou-se que com o aumento da luminosidade as plantas apresentaram maiores comprimentos de raiz (Tabela 5). Este fato pode ser explicado pelo recipiente utilizado, tubetes rígidos, que são mais compactos que sacos plásticos, por exemplo, e delimitam com mais eficiência o crescimento das raízes, além de ocorrer a poda natural quando as mesmas atingem o fundo do recipiente, não permitindo envelhecimento e aumento do comprimento.

Tabela 5 – Comprimento de raiz (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.

Luminosidade	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
80% Sombra	14,85 B	17,92 B	16,71 B	18,15 B
50% Sombra	18,00 A	19,19 A	18,88 A	19,08 AB
25% Sombra	19,67 A	19,29 A	18,67 A	18,85 AB
Sol pleno	18,94 A	18,9 AB	18,79 A	20,1 A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. *(S1) = Ba + A + Pl[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + Pl[®]; (S4) = Ba + EBo + A + Pl[®].

Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre os substratos, o substrato S4 a sol pleno proporcionou maior valor (20,1 cm) e o S1 em 80% de sombreamento menor valor (14,85 cm) para comprimento de raiz, semelhante aos resultados observados por Portela *et al.*, (2001) em mudas de sombreiro (*Clitoria fairchildiana*).

O tempo do experimento foi suficiente para promover diferenças na alocação de biomassa nas mudas, influenciadas pela composição do substrato e fortemente pelo nível de luminosidade fornecido. Conforme a análise estatística, os parâmetros MMSPA, MMSR e MMST obtiveram melhor desempenho nos substratos S3 e S4, em condições de maior luminosidade (25% de sombreamento e sol pleno) (Tabela 6).

Em trabalho com mesma espécie deste estudo, Lima *et al.*, (2008) constataram poucas diferenças nas frações de biomassa em: pleno sol, 50% e 70% de sombreamento. No entanto, estudos desenvolvidos por Lenhard *et al.*, (2013) e Santos *et al.*, (2013) obtiveram maiores massa seca da parte aérea, sob 50% de sombreamento, com menores valores a sol pleno.

Tabela 6 – Massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa da matéria seca da raiz (MMSR) e massa da matéria seca total (MMST), 120 dias após a semeadura de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.

MMSPA				
Luminosidade	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
80% Sombra	0,09 Aa	0,56 Aa	0,34 Ba	0,61 Ba
50% Sombra	0,23 Ab	2,01 Aa	1,14 Ba	1,22 Aba
25% Sombra	0,33 Ac	1,71 Ab	3,01 Aa	1,72 Ab
Sol pleno	0,29 Ac	1,67 Ab	2,70 Aa	1,85 Aab
MMSR				
Luminosidade	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
80% Sombra	0,04 Aa	0,18 Ba	0,11 Ca	0,21 Ca
50% Sombra	0,27 Ab	1,14 Aa	1,02 Ba	0,93 Ba
25% Sombra	0,40 Ab	1,06 Aa	1,58 Aba	1,26 Aba
Sol pleno	0,45 Ab	1,47 Aa	1,94 Aa	1,63 Aa
MMST				
Luminosidade	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
80% Sombra	0,14 Aa	0,74 Ba	0,45 Ca	0,82 Ba
50% Sombra	0,52 Ab	3,15 Aa	2,16 Ba	2,15 Aba
25% Sombra	0,73 Ac	2,77 Ab	4,58 Aa	2,98 Ab
Sol pleno	0,74 Ac	3,14 Ab	4,64 Aa	3,48 Aab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. *(S1) = Ba + A + Pl[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + Pl[®]; (S4) = Ba + EBo + A + Pl[®].

Estudos indicam que a capacidade de acúmulo de biomassa em diferentes órgãos da planta varia em função da espécie, como resultado da adaptação ao ambiente de origem. ALMEIDA *et al.*, (2004) trabalhando com *Cryptocaria aschersoniana*, verificaram maior acúmulo de matéria seca total e de raízes a 30% de sombreamento

Os dados reforçam a necessidade de luz e maior quantidade de matéria orgânica e nutrientes nos substratos, evidenciado no maior acúmulo de biomassa. Os menores valores de biomassa foram observados no substrato S1, e podem ter sido ocasionados pela ausência de esterco bovino em sua composição, como também pela deficiência de Potássio e Fósforo no substrato, como já discutido.

Resultados semelhantes foram observados por Cunha *et al.*, (2005), com maior incremento da biomassa para mudas de Ipê- roxo (*Handroanthus impetiginosus*, Mart. Ex. D.C.) em substratos com esterco, e Santos *et al.*, (2014) observaram que mudas de *Handroanthus impetiginosus*, Mart. Ex. D.C. produzidas com esterco bovino e Plantmax®, em sol pleno apresentaram melhores características morfológicas.

Relação altura/diâmetro

A relação entre a altura da planta e o diâmetro do coleto das mudas (H/D) foi maior, independentemente do substrato, na condição de sombreamento máximo, com maiores valores no substrato S4, seguido de plantas no substrato S3, ambas em 80% sombreamento. Este fato reflete maior investimento em altura da parte aérea da planta em relação ao crescimento em diâmetro do caule, e menores valores para ambientes com maior luminosidade, que pode ser explicado pela necessidade da luz para o crescimento das plantas (Tabela 7).

Essa relação é denominada de quociente de robustez, considerada como uma das características morfológicas fundamentais para análise da qualidade de mudas de espécies florestais, pois fornece informações de quanto delgada está a muda (GOMES *et al.*, 2002). Quanto menor for o valor deste índice, maior será a capacidade de sobrevivência e estabelecimento no campo (GOMES; PAIVA, 2004), em análise conjunta com outros parâmetros morfológicos de qualidade entre os valores aceitáveis.

Tabela 7 –Relação altura/diâmetro do coleto (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.

Luminosidade	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
80% Sombra	3,29 A	3,93 A	4,49 A	4,66 A
50% Sombra	3,25 A	2,9 A	3,13 A	3,06 C
25% Sombra	3,42 A	3,58 A	3,31 A	3,88 B
Sol pleno	3,59 A	3,38 A	3,11 A	3,41 BC

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. *(S1) = Ba + A + PI[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + PI[®]; (S4) =Ba + EBo + A + PI[®].

Índice de qualidade de Dickson

Os resultados da análise estatística para o Índice de qualidade Dickson mostrou que houve diferenças significativas entre os substratos e luminosidades testados (Tabela 8).

O IQD foi maior nas mudas submetidas a maiores níveis de luminosidade e quantidade de matéria orgânica. Para efeito da luminosidade, os substratos S3 e S4 obtiveram melhores resultados, e menores valores no S1, e pode ser explicado em função dos baixos teores de nutrientes e matéria orgânica, evidenciado pelo desempenho dos parâmetros morfológicos das mudas nesse substrato.

Tabela 8 – Índice de qualidade de Dickson (120 dias após a semeadura) de mudas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz em diferentes substratos e níveis de luminosidade.

Luminosidade	Substrato			
	S1	S2	S3	S4
80% Sombra	0,02 Aa	0,11 Ba	0,05 Ca	0,11 Ba
50% Sombra	0,13 Ab	0,68 Aa	0,49 Ba	0,49 Aa
25% Sombra	0,17 Ac	0,53 Ab	0,87 Aa	0,57 Ab
Sol pleno	0,18 Ac	0,70 Ab	1,02 Aa	0,77 Aab

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. *(S1) = Ba + A + PI[®]; (S2) = Ba + EBo + A; (S3) = EBo + A + PI[®]; (S4) =Ba + EBo + A + PI[®].

Os dados mostram que os substratos S3 e S4 reúnem os melhores parâmetros morfológicos para mudas de *Libidibia ferrea*, e interferem na qualidade das mesmas. Resultados semelhantes foram observados por Santos *et al.*, (2014), para mudas de Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*, Mart. Ex. D.C.), observaram que mudas produzidas com esterco bovino e Plantmax®, em sol pleno apresentaram maiores índices, e Cunha *et al.*, (2014) observaram comportamento semelhante em mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão.



Figura 4 – Características da parte aérea (A) e raiz (B) das mudas no substrato S1, em 80% luminosidade e parte aérea (C) e raiz (D) de mudas no S4 sob sol pleno, aos 120 dias após a semeadura.

De modo geral, todos os substratos que proporcionaram efeito benéfico para as mudas, evidenciado no melhor desempenho em altura, diâmetro e alocação de biomassa, foram aqueles que possuíam maiores teores de nutrientes (P, Ca, Mg e K), maiores quantidades de matéria

orgânica e maiores valores de CTC e V% (Tabela 1), submetidos a níveis de luminosidade sol pleno e 25% de sombreamento.

O substrato S1 apresentou pior desempenho para praticamente todos os parâmetros testados, provavelmente por apresentar os menores teores de nutrientes e pela ausência de Matéria orgânica em sua composição. A presença de esterco animal e o substrato comercial Plantmax®, proporcionou melhoria dos atributos químicos dos substratos, assim como aumento da porosidade, condições que favorecem as mudas florestais (TRAZZI *et al.*, 2012).

5 CONCLUSÕES

O aumento da luminosidade e quantidade de nutrientes matéria orgânica nos substratos favoreceu o crescimento das mudas de *Libidibia ferrea*.

A combinação do substrato composto por Esterco bovino + Areia + Plantmax®, sob a condição de pleno sol, obteve melhor desempenho para as variáveis estudadas, sendo indicado para produção de mudas de com padrão de qualidade de acordo com o Índice de Qualidade de Dickson.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. A. Seedling development of a Brazilian wood species (*Caesalpinia echinata* Lam.) submitted to five levels of shading. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.
- ALMEIDA, L. P. ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.
- AVELINO, J. I; RIBEIRO, M. C; CHAVES, A. P; RODRIGUES, G. S. O. Métodos de quebra de dormência em sementes de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea*), **Revista Verde**, V. 7, Nº.: 1, 2012.
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. (2010). Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, 40(1), 157-164.
<https://dx.doi.org/10.1590/S004459672010000100020>
- AZEVEDO, T. K.B.; PAES, J. B.; CALEGARI, L.; NASCIMENTO, J. W. B. Qualidade dos taninos de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) para a produção de adesivo tanino formaldeído. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 507-514, abr.-jun., 2015.
- AMARAL, L. A. **Recuperação de áreas degradadas via semeadura direta de espécies florestais nativas**. 42 f.: il. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Núcleo de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.
- ANDRADE, A. P.; BRITO, C. C.; SILVA JÚNIOR, J.; COCOZZA, F. D. M.; SILVA, M. A. V. Estabelecimento inicial de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* allemão em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.4, p.737-745, 2013.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BONAMIGO, T; SCALON, S. P.; PEREIRA, Z. V. Substratos e níveis de luminosidade no crescimento inicial de mudas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum. (RUBIACEAE). **Ciência Florestal**, vol. 26, núm. 2, abril-junio, 2016, pp. 501-511. Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil.
- BESSA, N.G.F.DE, BORGES, J.C.M., BESERRA, F.P., CARVALHO, R.H.A, PEREIRA, M.A.B., FAGUNDES, R., CAMPOS, S.L., RIBEIRO, L.U., QUIRINO, M.S., CHAGAS JUNIOR, A.F., ALVES, A. 2013. Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento vale verde – Tocantins. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** 15(4): 692–707.
- BRIENZA JÚNIOR, J.; PEREIRA, J. F.; YARED, J.A.G.; MOURÃO, JÚNIOR, M.; GOLÇALVES, D.A.; GALEÃO, R. R. Recuperação de áreas degradadas com base em sistema de produção florestal energético-madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, Belém, v. 4, n. 7, jul./dez. 2008.

BUDOWSKI, G. **Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes**. Turrialba, v.15, n.1, p.40-42, 1965.

CAETANO, M. C. T. **Substratos orgânicos para a produção de mudas de *Tabebuia heptaphylla* irrigadas com água potável e residuária**. 2016. 60p. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 31-39, maio/jun. 2013.

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

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F., PEREIRA, H.S. & AZEVEDO, W.C. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:147-157, 2009.

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.

COSTA, D. M. A.; DANTAS, J. A. Efeitos do substrato na germinação de sementes de amaranto (*Amaranthus* spp). **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 04, p. 498-504, 2009.

CORREIA, J.R.; REATTO, A.; SPERA, S.T. Solos e suas reações com o uso e o manejo. In: SOUZA, D.M.G. de; LOBATO, E.(Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. p. 29-62

COSTA, A.M.G.; COSTA, J.T.A.;CAVALCANTI JÚNIOR, A.T.; CORREIA, D.; MEDEIROS FILHO, S. Influência de diferentes combinações de substratos na formação de porta-enxertos de gravioleira (*Annoma muricata* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.36, n.3, p.299-305, 2005.

CUNHA, A. O. ANDRADRE, L. A.; BRUNO, R. L. A. B.; SILVA, J. A. L. S.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

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.

CUNHA, M. C. L; FERNANDES, S. P. S.; NÓBREGA, S. M. N.; GARRIDO, J. F. Influência de substratos e luminosidade na qualidade de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). In: NATIVAS 2014 – Simpósio sobre produção de sementes e mudas. UFV. Viçosa, MG. **Anais: NATIVAS 2014 – Simpósio sobre produção de sementes e mudas**, 2014.

- DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.3, p.413-423, 2009.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Ed.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. p. 83-122.
- DELARMELINA, W. M.; CALDIERA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agro@ mbiente On-line**, Boa Vista, v. 7, n. 2, p. 184-192, 2013.
- DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry chronicle**, v.36, p. 10-13, 1960.
- DOSSEAU, S., ALVARENGA, A.A., SANTOS, M.O. & ARANTES, L.O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapira guianensis* Alb. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 477-479. 2007.
- DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.
- ELOY, E.; CARON, B. O.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; SCHMIDT, D.; SOUZA, V. Q. Determinação do período de permanência de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em casa de vegetação. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 1, p. 44-50, 2013.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 49-56, jun. 2003.
- FARIA, R. A. P. G.; FIGUEIREDO E ALBUQUERQUE, M. C.; COELHO, M. F. B. Tamanho da semente e sombreamento no desenvolvimento inicial de *Brosimum gaudichaudii*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 9-15, 2013.
- 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**. 2001. 166f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.
- GOMES, J. M. et al. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 171-178, mar. 2010.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

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

GONÇALVES, J.L.M. & POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Resumos**. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996.

GONÇALVES, F. G., ALEXANDRE, R. S., SILVA, A. G., LEMES, E. Q., ROCHA, A. P., RIBEIRO, M. P. A. Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em diferentes substratos. *Revista Árvore*, v.37, n.6, p.1125-1133, 2013. doi: 10.1590/S0100-67622013000600014.

GONÇALVES, J.F.C., SILVA, C.E.M., JUSTINO, G.C. & NINA JUNIOR, A.R. 2012. Efeito do ambiente de luz no crescimento de plantas jovens de mogno (*Swietenia macrophylla* King). *Scientia Forestalis*,40: 337-344.

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**, Viçosa, v.28, n.6, p.1069-1076, nov./dez. 2004.

HIGASHIKAWA, F. S. et al. Chemical and physical properties of organic residues. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.5, p.1742-1752, set./out. 2010.

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SE-EDLINGS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Roseburg, 1990. **Proceedings**. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p.218-222.

KAMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

KOZLOWSKI, T.T., KRAMER, P.J. & PALTARDY, S.G. 1991. *The physiological ecology of woody plants*. San Diego: **Academic Press**.

KRATZ, D. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.607-621, out./dez. 2013.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1990. 343p.

LIMA, D. A. **Plantas da caatinga**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 1989.

LENHARD, N.R., PAIVA NETO, V.B., SCALON, S.P. & ALVARENGA, A.A. 2013. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 43: 178-186.

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, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v.38, n.1, p05-10, 2008

LOPES, E. C.; ARAUJO, E. C.; COSTA, R. S.; DAHER, R. F.; FERNANDES, M. E. B. Growth of mangrove seedlings under different levels of shading at the Peninsula of Ajuruteua, Bragança, Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 43, n. 3, p. 291-296, set. 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5.ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008.

MACEDO, M. C.; ROSA, Y. B. C. J.; JUNIOR, E. J. R.; SCALON, S. P. Q.; TATARA, M. B. Produção de mudas de ipê-branco em diferentes substratos. **Revista Cerne**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 95-102, jan./mar. 2011.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Viçosa: UFV, 2009. 486p.

MARTINS, C. C.; SILVA, J. D. R. da; PEREIRA, M. R. R.; OLIVEIRA, S. S. C. de. Efeito do sombreamento e do substrato sobre a germinação e o crescimento de plântulas de *Acacia mangium* e *Acacia mearnsii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.2, p.283-293, abr./jun. 2012.

MELOTTO, A.; NICODEMO, M.L.; BOCCHESI, R.A.; LAURA, V.A.; GONTIJO NETO, M.M.; SCHLEDER, D.D.; POTT, A.; SILVA, V.P. da. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v.33, p.425-432, 2009.

MIRANDA, C.C.; SOUZA, D.M.S.; MANHONE, P.R.; OLIVEIRA, P.C.; BREIER, T.B. Germinação de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. com diferentes substratos em condições laboratoriais. **Floresta e Ambiente**, v.19, n.1, p.26-31, 2012.

MUROYA, K.; VARELA, V.P.; CAMPOS, M.A.A. 1997. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* A. C. Smith - Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazonica**, 27: 197-212.

NAVROSKI, M. C.; TONETT, E. L.; MAZZO, M. V.; FRIGOTTO, T.; PEREIRA, M. O.; GALVANI, L. V. Procedência e adubação no crescimento inicial de mudas de cedro. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 36, n. 85, p. 17-24, jan./mar. 2016

NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O.; MATUOKA, M. Y.; SOUSA, V. F. L. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em função de diferentes substratos. **Revista Agro@mbiente On-Line**, Boa Vista, v.6, n.1, p.17-24, jan./abr. 2012

OLIVEIRA, R. B. DE; LIMA, J. S. DE S.; SOUZA, C. A. M. DE; SILVA, S. DE A.; FILHO, S. M. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento

do desenvolvimento em campo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, jan./fev., 2008.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. de F.S.P. Dinâmica Do Crescimento Vegetal: Princípios Básicos. **Tópicos em ciências agrárias**. Vol 1. Cruz das Almas Bahia. 2009.

PIEREZAN, L.; SCALON S. P. Q.; PEREIRA Z. V. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 1, p. 127-133, 2012.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Crescimento inicial demudas de *Clitória fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, v.11, n.2, p.163-170, 2001.

PRADO, H. Pedologia fácil: aplicações. 3 ed. 2011. Piracicaba, SP, 180 p.

RIBEIRO, R. R.; MESSALIRA, C. C.; BRUN, E. J.; SOUZA, M. A. M. Desenvolvimento de mudas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.), com uso de diferentes substratos e recipientes. **Anais do 3º Seminário Sistemas de Produção Agropecuária da UTFPR**, 21 a 23 de Outubro de 2009 – Dois Vizinhos, PR, 2009.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Monitoramento por Satélite*, Campinas: 26 p. 2010.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; BOGNOLA, I. A.; POMIANOSKI, D. J. W.; SOARES, P. R. C.; BARROS, L. T. S. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 75, p. 227-234, 2013.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIRMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, p. 1173-1186, nov. 2009.

SANTOS, L., MORAIS, G., A. Estudo da emergência e do desenvolvimento inicial de *Jaracatia spinosa* (Aubl.) A. Dc. (Caricaceae). v. 1, n. 1 (1): **Anais do ENIC 2009 - Ciências Biológicas e da Saúde**.

SANTOS, J. A. dos; PINTO, L. V. A.; PEREIRA, A. J. Avaliação do desenvolvimento morfológico inicial de quatro espécies de leguminosas arbóreas sob diferentes substratos. **Revista Agrogeoambiental**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 8-16, 2009.

SANTOS, Y. M.; CUNHA, M.C.L. ; TORRES, M.C.S. ; LIMA, T.L ; QUARESMA, J. M. Influência de substratos e luminosidade na produção de mudas de Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex. DC) Mattos).. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 2012, CURITIBAPR. **ANAIS DO 4º CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE**, 2012.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. de F. B.; AZEVEDO, R. A. B. de. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 151-158, 2013.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.753-758, 2003.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEQUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. **Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual**. Campo Grande, MS : Ed. UFMS, 2006. 59p.

SILVA, C. C. Potencial de espécies nativas para a produção de madeira serrada em plantios de restauração florestal. Dissertação (mestre em ciências). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba-SP, 2013

SILVA, F. A. S. **Assistat 7.6**. 2011. Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 01 set. 2016.

SILVEIRA, E. L. **Morfometria, morfologia de frutos, sementes e plântulas e produção de mudas de macacaporanga (*Aniba fragrans* Ducke-Lauraceae)**. 2008. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

SOUZA, V. C.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; CUNHA, A.O.; SOUZA, A. P. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 26, n. 2, p. 98-108, 2005.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V.; COLOMBI, R.; GONÇALVES, E. O. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 3, p. 621-630, 2012.