



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



FRANCISCO JOSÉ BASÍLIO ALVES

**CRESCIMENTO INICIAL E QUALIDADE DE MUDAS DE IPÊ-ROXO
(*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) PRODUZIDAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS**

PATOS – PB – BRASIL

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

A474c Alves, Francisco José Basílio
Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) produzidas em diferentes substratos / Francisco José Basílio Alves– Patos, 2016.

37f.: il.color.

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

“Orientação: Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire”.

Referências.

1. Caatinga. 2. Espécies nativas. 3. Materiais orgânicos.

I. Título.

CDU 528.4

FRANCISCO JOSÉ BASÍLIO ALVES

**CRESCIMENTO INICIAL E QUALIDADE DE MUDAS DE IPÊ-ROXO
(*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) PRODUZIDAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal como parte das exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire

PATOS – PB – BRASIL

2016

FRANCISCO JOSÉ BASÍLIO ALVES

**CRESCIMENTO INICIAL E QUALIDADE DE MUDAS DE IPÊ-ROXO
(*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) PRODUZIDAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal como parte das exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

APROVADA em: 21/10/2016

Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF / CSTR / UFCG)
(Orientador)

Prof^a. Dr^a. Ivonete Alves Bakke

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF / CSTR / UFCG)
(1^o Examinador)

Prof. Dr. Eder Ferreira Arriel

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF / CSTR / UFCG)
(2^o Examinador)

Aos meus pais Francisco Basílio Neto e Maria Lucimaura Basílio Alves, aos meus irmãos João Antônio, Pedro Paulo e Angélica Cristina e aos meus afilhados José Lucca, João Guilherme e Wendell...

DEDICO

Aos meus avós maternos Antonio Basílio e Maria Ana Lemos e meus avós paternos João Basílio e Maria Angelita (in memória). A todos meus tios e tias, primos e primas, amigos e demais familiares...

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente queria agradecer a Deus pai todo poderoso, digno de toda honra e toda glória, pela minha existência e por guiar e iluminar a minha caminhada não me deixando desistir diante das dificuldades;

À minha família que contribui de forma significativa na minha educação, sempre me apoiando e me motivando a buscar o melhor, principalmente aos meus pais Francisco e Lúcia por me apoiarem e acreditarem em mim, sempre fazendo cobranças para que eu me esforçasse cada vez mais, compreendendo os momentos de ausência e de estresse nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos João Antonio, Pedro Paulo e Angélica Cristina por sempre terem me apoiado e me incentivado mesmo que distantes, mas sempre acreditando no meu potencial;

Às minhas tias Antônia, Ana Maria, Marculina, Terezinha, Céu, Paizinha, Côca, Tiquinha, Dôra, Dodóia, Maria Teixiera (in memória), Luciene, Luciana e aos meus tios, Antônio, José e Leandro pelo carinho e pela confiança que sempre me deram;

Ao meu primo Reginaldo Basílio, homem honesto, digno e trabalhador que desde o ensino médio me deu oportunidades únicas, as quais agarrei com dedicação e enriqueceram meus conhecimentos.

À minha namorada Bruna Gabriely, por ser essa pessoa tão companheira, carinhosa e amável comigo, sempre me apoiando nos momentos em que mais precisei de um ombro amigo e companheiro;

Ao meu orientador, amigo e segundo pai Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, por todos os ensinamentos, conselhos, contribuições, apoio e pelos momentos de distração, união e compromisso e por toda confiança depositada em mim durante a graduação;

Aos membros da minha banca examinadora a Prof^a. Dr^a Ivonete Alves Bakke e Prof. Dr. Eder Ferreira Arriel, pela disponibilidade para participar desse processo, contribuindo de forma significativa para melhoria do meu trabalho;

Aos meus amigos de residência Adilson Tiuba, Matthaus, Adriel, Josias, Whenderson, Aleksandro, Joab, João Henrique, Sávio, Jailson, Fábio Rodrigues, Artur Diego, e aos demais que não citei, pela amizade e companheirismo durante toda caminhada;

Aos colegas do curso de Engenharia Florestal, principalmente aos meus colegas de turma, Adão, Andréia, Fagner, Fabio Junho, Gutemberg, Helton, José Lenildo, Josy, Josueldo, Maria Amélia, Rennan e Samara por todos os momentos felizes que compartilhamos ao longo da graduação;

A todos os meus mestres (professores) por todos os ensinamentos e pela amizade que foi construída, tenham certeza que irei levar os conselhos e críticas para o resto da minha vida;

A todos os funcionários do CSTR, que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação acadêmica;

Enfim, a todos aqueles que talvez eu tenha esquecido de citar, mas que contribuíram de forma direta ou indireta para a construção do ser humano que sou hoje, meus sinceros agradecimentos.

Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o que, com frequência, poderíamos ganhar, por simples medo de arriscar.

(William Shakespeare)

ALVES, Francisco José Basílio. **CRESCIMENTO INICIAL E QUALIDADE DE MUDAS DE IPÊ-ROXO (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS**. 2016. Monografia (Graduação) Curso de Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos – PB, 2016, 37 f.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento de plantas de ipê-roxo em função do tipo de substrato empregado durante a fase de produção de mudas. O experimento foi conduzido em ambiente telado (50% de interceptação luminosa). Os tratamentos foram constituídos de 7 combinações de substratos: (1) 70% solo + 30% esterco bovino; (2) 70% solo + 30% pó de coco; (3) 100% substrato comercial (Plantmax®); (4) 70% solo + 15% pó de coco + 15% de esterco bovino; (5) 70% solo + 30% casca de arroz carbonizada; (6) 70% solo + 15% de casca de arroz carbonizada + 15% de esterco bovino; (7) 70% solo + 10% casca de arroz carbonizada + 10% pó de coco + 10% esterco bovino. Aos 210 dias após a emergência foram avaliadas: altura de plantas; diâmetro do coleto; razão altura/diâmetro; Índice de qualidade de Dickson (IQD); área foliar; massa seca de folhas, caule, raízes, massa seca total; área foliar específica (AFE); razão de área foliar (RAF); razão de massa foliar (RPF) e taxa assimilatória líquida (TAL). Os substratos compostos de solo+casca de arroz carbonizada e solo+ casca de arroz carbonizada+pó de coco+esterco bovino proporcionam a obtenção de mudas de qualidade, indicando seus potenciais para produção de mudas de ipê-roxo. O uso do pó de coco em adição ao solo não favorece a produção de mudas de ipê-roxo de qualidade. O substrato comercial Plantmax®, como é esperado, proporciona a obtenção de mudas de ipê-roxo maiores, mais vigorosas e de melhor qualidade.

Palavras-chave: Caatinga, espécies nativas, materiais orgânicos.

ALVES, Francisco José Basilio. **INITIAL GROWTH AND SAPLINGS QUALITY OF *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos PRODUCED IN DIFFERENT SUBSTRATES**. 2016. Monograph (Undergraduate) Course of Forest Engineering. CSTR / UFCG, Patos – PB, 2016. 37 f.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the behavior of *Handroanthus impetiginosus* saplings in relation of substrate. The experiment was conducted in a greenhouse environment (50% light interception). The treatments consisted of 7 substrates combinations: (1) 70% soil + 30% cattle manure; (2) 70% soil + 30% coconut powder; (3) 100% commercial substrate (Plantmax®); (4) 70% soil + 15% coconut powder + 15% of cattle manure; (5) 70% soil + 30% carbonized rice husk; (6) 70% soil + 15% carbonized rice husk + 15% of cattle manure; (7) 70% soil + 10% carbonized rice husk + 10% coconut powder + 10% cattle manure. At 210 days after emergence were evaluated plant height; stem diameter; height/diameter ratio; Dickson Quality Index (DQI); leaf area; leaves, stem, root, and total dry weight; specific leaf area (SLA); leaf area ratio (LAR); leaf weight ratio (RPF) and net assimilation rate (NAR). The substrates soil+carbonized rice husk and soil:carbonized rice rusk+coconut powder+cattle manure provide saplings of quality, indicating its potential for the production of *H. impetiginosus* saplings. The use of coconut powder in addition of soil doesn't provide the production of *H. impetiginosus* saplings. The commercial substrate Plantmax® provided *H. impetiginosus* higher, stronger and better quality saplings.

Keywords: Caatinga, native species, organic materials.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 O substrato e a produção de mudas	13
2.2 Informações gerais sobre o ipê-roxo	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Localização, tratamentos e condução do experimento	21
3.2 Parâmetros avaliados	21
3.3 Delineamento experimental e análises estatísticas	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem sua atividade silvicultural quase que totalmente direcionada para espécies pertencentes aos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, devido ao melhoramento genético de mudas para atender as necessidades das indústrias (FREITAS, 2012). No entanto, é inegável a existência de inúmeras espécies nativas com potencial de exploração, visando os mais diferentes fins. Porém, esta exploração deve atender aos princípios do manejo sustentável, de forma a evitar a degradação ambiental, bem como o desaparecimento das espécies em seus habitats, o que já vem ocorrendo.

A escolha correta das espécies a serem utilizadas, dentre outros fatores, contribui diretamente para o sucesso dos projetos de reflorestamento comerciais ou com fins conservacionistas. Quanto maior for o conhecimento, principalmente em relação às características ecológicas e ao comportamento silvicultural das espécies, melhor será a escolha. As informações sobre as espécies florestais nativas ainda são insuficientes, e tem relação, especialmente, com suas características botânicas e dendrológicas (CUNHA et al., 2005).

O processo de produção de mudas das espécies florestais nativas deve ter como base parâmetros técnicos estáveis e bem executados. As mudas que terão destino ao comércio devem dispor de ótima qualidade para que se tenha no mercado produtos de grande valor, livres de problemas fitossanitários e que, após o plantio, seu estabelecimento no campo seja eficiente (SCREMIN-DIAS et al., 2006). O substrato deve apresentar características químicas e físicas adequadas ao crescimento das mudas. Além disso, é necessário que os materiais que fazem parte da composição do mesmo sejam de fácil disponibilidade e encontrados em quantidade suficiente próximo ao local de produção, além de ter um preço acessível. Em geral, materiais de agroindústrias ou de processos agrícolas satisfazem essas condições, a exemplo da casca de amendoim ou mamona, mucilagem de sisal, cinzas, bagaço de cana, torta de extração de óleo, etc (SEVERINO; LIMA; BELTRÃO, 2006).

Dentre as várias espécies nativas de alto valor comercial tem-se o ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos), pertencente à família Bignoniaceae. Segundo Carvalho (2003), essa espécie ocorre em solos úmidos e de textura arenosa, apresenta crescimento lento a moderado, é tolerante ao

sombreamento de intensidade média durante a fase jovem e possui uso ornamental devido à beleza de sua floração. Além disso, é uma espécie recomendada para projetos de reflorestamento destinados à recomposição vegetal de ambientes degradados em áreas de preservação permanente (LORENZI; MATOS, 2002).

A degradação dos diversos ecossistemas brasileiros é preocupante há décadas, e o que se tem feito para reduzir essa devastação, ou diminuir os impactos, é pouco em função do grau de exploração desordenada que já ocorreu. Na Caatinga, esta situação não é diferente, pois a degradação torna-se mais preocupante principalmente devido às características climáticas e edáficas inerentes a este Bioma.

O plantio de mudas de espécies nativas é a melhor alternativa para a recuperação de ambientes degradados, uma vez que são adaptadas às condições climáticas da região. Contudo, ainda são poucas as informações disponíveis sobre os aspectos de produção dessas mudas, sendo necessário que mais estudos neste sentido sejam desenvolvidos, relacionados à disponibilidade de luz, tipo e tamanho do recipiente, manejo hídrico e substrato.

Diante do exposto acima, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de plantas de ipê-roxo em função do tipo de substrato empregado durante a fase de produção de mudas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O substrato e a produção de mudas

Nos anos recentes, houve um aumento na demanda de mudas de espécies florestais nativas no Brasil. Deve-se isso à necessidade de reflorestar e/ou recompor áreas desmatadas ou em estágio de degradação, tendo em vista a minimização dos impactos ambientais e o controle da biodiversidade (FERNANDES et al., 2000). Diante dessa situação, a produção de mudas em larga escala com maior redução de custos possível torna-se mais necessária. Para que isso seja possível, é necessário que o substrato apresente características físicas e químicas propícias ao desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2005). Além disso, deve possuir composição homogênea de forma que facilite o manejo das plantas e apresente custo proporcional a atividade desenvolvida (DANTAS et al., 2009).

Entre as atividades realizadas na silvicultura, a produção de mudas de espécies florestais é uma das principais, pois é nessa etapa que se inicia uma série de operações que tem como objetivo estabelecer florestas e povoamentos. Neste sentido, o êxito da implantação e da produção florestal tem relação direta com a qualidade das atividades realizadas no viveiro e das mudas produzidas no mesmo (SCHORN, 2003). Segundo Leite et al. (2005), em um projeto de reflorestamento ou de recuperação de áreas degradadas, a qualidade das mudas é muito importante, devido a sua relação direta com a qualidade do povoamento e, conseqüentemente, da colheita final. Tendo em vista que se trata de investimentos em longo prazo, a rigorosidade na condução do plantio torna-se maior, justificando o custo com a manutenção contínua da qualidade.

A produção de mudas de espécies capazes de atender a demanda dos projetos de reflorestamento é um dos grandes entraves para restauração de florestas nativas. Apesar de todas as informações existentes sobre essas espécies, muitas dúvidas ainda persistem e o conhecimento adquirido sobre elas ainda é pouco, exceto para aquelas que possuem um alto interesse econômico (CARVALHO 2000).

O êxito da produção de mudas de espécies florestais, em quantidade e qualidade é uma das fases cruciais na implantação de bons povoamentos com espécies nativas (CALDEIRA et al., 2008). Silva et al. (2014), relatam que a

produção de mudas de boa qualidade é uma das etapas indispensáveis na implantação de povoamentos florestais, estando relacionada ao uso de sementes adequadas as condições do ambiente de cultivo e substratos de boa qualidade.

Conforme Fonseca (2000), a muda de qualidade é aquela capaz de sobreviver diante das condições desfavoráveis do meio ambiente e se desenvolver após sua implantação no campo. Para produção de mudas de alto padrão de qualidade, com características satisfatórias de desenvolvimento, e com alta probabilidade de sucesso no estabelecimento do futuro povoamento florestal, os pesquisadores têm voltado suas linhas de pesquisa para a manutenção e a aquisição de mudas de boa qualidade, capazes de suportar as condições ambientais adversas após a implantação no campo, e com custos de produção reduzidos.

As pesquisas voltadas para essa finalidade vão desde técnicas de produção de mudas de alto padrão de qualidade, avaliação de diferentes tipos e tamanhos de recipientes, análise de diferentes substratos, até o tipo e dose de fertilizantes e métodos de propagação vegetativa de espécies florestais (CUNHA et al., 2006).

De acordo com Kratz et al. (2013), o avanço tecnológico na área de produção de mudas propiciou a substituição da terra de subsolo por outros materiais orgânicos, sendo eles cascas de árvores, resíduos de arroz e compostos orgânicos. A aplicação destes materiais renováveis para composição de substrato é de grande valia, considerando-se a questão ambiental, além do aumento da produção de mudas, que devem acompanhar os princípios da sustentabilidade.

Conforme Mesquita et al. (2012), vários fatores podem influenciar o processo de produção de mudas, sendo o tipo e o volume do substrato os mais importantes. Quando não é dispensada atenção adequada a tais aspectos, podem ocorrer germinação nula ou irregular, formação de plantas de má qualidade e sintomas de toxidez ou deficiência de alguns nutrientes essenciais às plantas.

Uma das principais dificuldades encontradas pelos produtores de mudas de espécies florestais é reconhecer e determinar, ainda na fase de viveiro, quais são as características das plantas que melhor proporcionaram um bom porte as mesmas. Em alguns casos, essa avaliação é feita de forma empírica por parte dos viveiristas, mas ainda carece de uma análise com caráter mais científico para se conhecer aspectos relacionados à sobrevivência e ao desenvolvimento da muda. Portanto, é de grande importância o entendimento do comportamento e da interação entres os atributos morfológicos das mudas das espécies florestais (BINOTTO, 2007).

O substrato é uma estrutura que favorece a fixação das raízes das plantas, retendo água e que fornece os nutrientes necessários para que as plantas se desenvolvam. Tem como objetivo garantir que uma planta se desenvolva com qualidade, em menor tempo, e a custo reduzido. Sua principal função é propiciar sustentação à planta e o fornecimento de nutrientes necessários ao crescimento. Esse material deve ser composto por uma fase sólida, constituída de partículas minerais e orgânicas, uma fase líquida, constituída pela água, na qual se encontram os nutrientes, e uma fase gasosa, constituída pelo ar (PAIVA; GONÇALVES, 2001).

A estrutura física do substrato é importante, devido o mesmo ser utilizado numa fase do desenvolvimento em que a planta é muito vulnerável ao ataque de microrganismos e pouco tolerante à indisponibilidade de água. Dessa forma, deve apresentar propriedades físicas e químicas que estimulem a retenção de água e a disponibilidade de nutrientes, atendendo as necessidades da planta (CUNHA et al., 2006). O substrato deve apresentar boa porosidade, resistência a microorganismos e patógenos, oferecer uma composição homogênea, bem como ser proporcional ao desenvolvimento do sistema radicular, uma vez que será a fonte de água, nutrientes e oxigênio para as plantas (MELO JÚNIOR, 2013; MELO; BORTOLOZZO; VARGAS, 2006). Em relação ao pH do substrato, apesar da variação de acordo com a espécie estudada, a faixa considerada ideal está entre 5,5 e 6,5, o que aumenta a disponibilidade de nutrientes (BAUMGARTEN, 2002).

No entanto, a utilização de um substrato inadequado pode propiciar condições desfavoráveis de forma que a germinação das sementes seja irregular ou até mesmo nula, devendo-se isso ao fato de que o substrato se apresenta como um dos fatores indispensáveis no processo de produção de mudas (ARAÚJO ; PAIVA SOBRINHO, 2011). A variação nos atributos físicos e químicos dos substratos tem dificultado, consideravelmente, a recomendação de adubação, pois a capacidade de manter a umidade e nutrientes apresenta diferenças de acordo com os componentes e a proporção entre os mesmos. Os problemas relacionados à disponibilidade de nutrientes são muito comuns, tanto pela falta quanto pelo excesso ou pela distribuição desequilibrada dos nutrientes (CRUZ et al., 2004).

Substratos que apresentam maior porosidade e menor capacidade de retenção de água (areia, casca de arroz carbonizada, etc), necessitam de irrigações mais freqüentes em relação aqueles que possuem maior capacidade de retenção (compostos orgânicos, turfas, fibras de coco, etc) (LOPES; GUERRINI; SAAD,

2007). De acordo com Costa (2003), o substrato deve ser capaz de suprir a demanda de oxigênio para o sistema radicular, os nutrientes exigidos pelas plantas e o controle fitossanitário, além de evitar problemas relacionados a salinidade.

DRESCH et al. (2016), avaliando diferentes substratos e capacidade de retenção de água na produção de mudas de *Campomanesia adamantium* (CAMBESS.) O. BERG, constataram que os substratos constituídos de latossolo vermelho + areia e latossolo vermelho + Bioplant® proporcionaram os melhores resultados, apresentando-se como mais adequados para o crescimento e desenvolvimento de plântulas de *C. adamantium* na capacidade de retenção de água entre 75% e 100%

Segundo Milner (2001) os atributos físicos de um substrato são primariamente mais importantes que os atributos químicos, tendo em vista que os primeiros não podem ser alterados facilmente. As propriedades físicas de maior importância para definir o manejo dos substratos são a granulometria, a porosidade e a curva de retenção de água. A determinação da composição granulométrica do substrato, ou o espaço de aeração e, conseqüentemente, as relações entre ar e água, permite seu manejo, assim sendo, também proporciona sua melhor adaptação as condições de cultivo, pois possibilita diferentes proporções entre macro e micro poros (FERMINO, 2002).

Em relação ao uso do substrato comercial Plantmax®, favoreceu o enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda*, (ANDREJOW; HIGA, 2009) e aumentou a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam) (BEZERRA; MOMENTÉ; MEDEIROS FILHO, 2004).

Quanto à casca de arroz, após passar pelo processo de carbonização, por ser um resíduo orgânico proveniente da indústria de beneficiamento de arroz, é de baixo custo, reduzindo o custo de produção da muda, além de trazer benefícios ao meio ambiente por diminuir o impacto do seu depósito no mesmo (KLEIN et al., 2002). Apresenta espaço de aeração maior que 42% e porosidade total superior acima de 80%, características consideradas ideais para substratos utilizados em recipientes com volumes pequenos (PUCHALSK; KÄMPF, 2000).

Tem sido utilizada de forma intensa como substrato para produzir mudas, seja na forma pura ou incorporada a outros materiais, em virtude de apresentar propriedades favoráveis ao desenvolvimento das plantas. Esse material possui baixa capacidade de reter água, drenagem mais rápida e eficiente, proporcionando boa

oxigenação para as raízes, é resistente à decomposição, apresenta baixa densidade e pH aproximadamente neutro (MELLO, 2006).

Segundo Artur et al. (2007), os adubos de origem orgânica são os mais utilizados atualmente na composição de substratos, atuam de forma relevante na melhoria das propriedades físicas e estimulam os processos microbianos. Entre os materiais orgânicos, o esterco bovino é o de uso mais frequente e proporciona bons resultados na produção de mudas de espécies florestais. Silva et al. (2009), avaliando o efeito de diferentes substratos na produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*), constataram que os substratos contendo esterco bovino proporcionaram os melhores resultados, podendo ser utilizados na produção de mudas dessa espécie.

Schumacher et al. (2005) relatam que a utilização de fertilizantes de origem orgânica sempre foi considerada como uma alternativa para reduzir o uso de adubos químicos. Deve-se a isso, a escassez das fontes de alguns minerais, aos elevados custos para aquisição de fertilizantes e principalmente pela contaminação dos recursos hídricos causada pelo uso de adubos químicos. Dentre as mais variadas fontes orgânicas a utilização do vermicomposto (composto orgânico transformado em húmus, enriquecido com esterco das minhocas) e o húmus de minhoca surgem como alternativa para produção de mudas de espécies florestais.

Trazzi et al. (2013), avaliando substratos renováveis em mudas de Teca (*Tectona grandis* Linn. F.), afirmaram que o uso destes pode ser indicado para produção de mudas dessa espécie, proporcionando melhoria nos atributos químicos dos substratos formados e, conseqüentemente, para nutrição mineral das plantas.

Em termos de composição do substrato, a matéria orgânica auxilia na retenção da umidade e favorece a disponibilidade de parte dos nutrientes para o desenvolvimento das plântulas. Por tradição, o esterco bovino é utilizado como fonte de matéria orgânica na composição de substratos para produção de mudas de grande parte das espécies vegetais, desde hortícolas até arbóreas. Contudo, o manejo adequado das pastagens e a região em que se encontra o material são determinantes na disponibilidade do esterco bovino de qualidade. O uso de herbicidas sobre plantas forrageiras, na maioria das vezes, também torna inviável o uso do esterco bovino na produção de mudas (SILVEIRA et. al., 2010).

A fibra da casca do coco vem sendo utilizada no setor agrícola como substrato para produção de mudas, em vasos e sementeiras (OLIVEIRA;

HERNANDEZ; ASSIS JÚNIOR, 2008). É considerada por Nunes (2000) um material orgânico de excelente qualidade para composições de substratos, apresentando boa capacidade de retenção de água, aeração, além de estimular o enraizamento.

Em pesquisa realizada por Severino; Lima e Beltrão (2006), avaliando o teor de nutrientes de 11 materiais com potencial de uso como substratos para produção de mudas, no Nordeste Brasileiro, verificaram que nenhum apresentava composição química satisfatória para ser utilizado isoladamente como componente para composição de substratos para este fim. Segundo os pesquisadores, há pelo menos um elemento em quantidade insuficiente, de forma que os substratos devem, de preferência, ser formulados com misturas de materiais orgânicos que se complementem, em sua composição química e física.

Os materiais utilizados na composição de substratos têm influência direta no ciclo vegetativo, na qualidade e conseqüentemente nos custos de produção das mudas. Utilizando substratos de origem orgânica e mineral a base de misturas de casca de arroz carbonizada, fibra de coco e vermiculita, em mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, foi constatado que a combinação desses materiais, proporcionou mudas mais vigorosas com características morfológicas satisfatórias, além de apresentar a possibilidade de redução do tempo de produção, favorecendo a redução no custo final das mudas (SIMÕES; SILVA; SILVA, 2012).

De acordo com Freitas (2012), pesquisas referentes ao processo de produção de mudas ainda são insuficientes para que a demanda seja suprida pela produção. Diferentemente de plantas cultivadas para fins comerciais, há uma grande falta de informações sobre o potencial germinativo, desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas nativas e também sobre a composição de substratos (AFONSO et al., 2012).

Portanto, é necessário que se desenvolvam pesquisas no intuito de definir e ajustar metodologias adequadas para a produção de mudas de boa qualidade, tendo em vista que o êxito da implantação de povoamentos florestais, na maioria dos casos, depende do padrão de qualidade dessas mudas, as quais serão capazes de resistir às condições ambientais desfavoráveis no campo.

2.2 Informações gerais sobre o ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos)

O ipê-roxo é uma espécie arbórea pertencente à família Bignoniaceae, ocorrendo nos estados de Piauí, Ceará, Minas Gérias, Goiás e São Paulo, podendo ser encontrada tanto na floresta atlântica como na floresta semidecidual. É uma árvore de aproximadamente 8 a 12 metros, podendo chegar a 20-30 metros dentro da floresta, com tronco possuindo de 60 a 90 cm de diâmetro e folhas coriáceas. A sua madeira é pesada, apresentando dureza ao corte, além de ser resistente a organismos que se alimentam de madeira (xilófagos). Além disso, é uma espécie utilizada para ornamentação, muito indicada para o paisagismo em geral (LORENZI, MATOS, 2002).

Por apresentar uma beleza exuberante, o ipê-roxo tem sido muito utilizado em projetos de arborização urbana e paisagismo, bem como sua madeira que é de ótima qualidade, podendo ser destinada a vários fins de utilização. Em relação à produção de mudas, poucas são as informações acerca das necessidades nutricionais da planta, levando ao uso de adubações de acordo com um padrão proveniente de pesquisas realizadas com outras espécies florestais, principalmente espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (CRUZ et al., 2004).

É uma espécie heliófita, porém pode tolerar um sombreamento moderado no estágio inicial de desenvolvimento. Desta forma, pode-se realizar o plantio dessa espécie a pleno sol, principalmente em solos com boa fertilidade em plantios mistos conjugada com espécies pioneiras e também para enriquecer capoeiras e capoeirões ao se efetuar o plantio em linhas ou transectos. Também apresenta desrama natural satisfatória quando seu plantio é adensado, mas em grande parte dos casos é necessário que se realize a poda, tendo em vista que essa espécie apresenta boa capacidade de cicatrização (SCHNEIDER; SCHNEIDER; FINGER, 2000).

Apresenta boas taxas de crescimento em diferentes tipos de solo, em relevos planos ou com pouca ondulação, que possuam fertilidade média a alta, profundos, com boa drenagem, apresentando textura variando de franca a argilosa (CARVALHO, 2003). De acordo com Cunha et al. (2005), para a produção de mudas

de ipê-roxo recomenda-se o substrato terra de subsolo e composto orgânico, na proporção 1 :1.

A madeira dessa espécie possui alto valor comercial por ser muito densa e durável, resistente e de baixa retratilidade volumétrica. É muito utilizada na confecção de mourões, assoalhos, bengalas, na construção civil, como quilhas de navios, além de apresentar potencial energético satisfatório para produzir carvão de boa qualidade (PAULA; ALVES, 2007).

Além dessas utilizações, também é muito empregada na medicina popular. Neto e Morais (2003) apontam atividade hipoglicemiante, sendo utilizado na composição de medicamentos que promovem o manejo do *Diabetes Melitus* Tipo 2, sendo o extrato da entrecasca também usado como depurativo e bactericida e na confecção de xaropes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização, tratamentos e condução do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente telado (50% de interceptação luminosa) no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG), localizado na cidade de Patos-PB.

As sementes utilizadas foram coletadas em árvores mantidas no CSTR, em outubro de 2015 e armazenadas em refrigerador a 5 °C. Antes da semeadura, realizada em bandejas plásticas contendo areia, mantidas no Laboratório de Fisiologia Vegetal, ocorreu à remoção das alas das sementes. À proporção que foram germinando, as mesmas foram transferidas para os tubetes cônicos (280 cm³) (1 plântula por tubete), contendo os substratos testados neste experimento.

Os tratamentos foram constituídos de sete (7) combinações de substratos: (1) 70% solo + 30% esterco bovino; (2) 70% solo + 30% pó de coco; (3) 100% substrato comercial (Plantmax®); (4) 70% solo + 15% pó de coco + 15% de esterco bovino; (5) 70% solo + 30% casca de arroz carbonizada; (6) 70% solo + 15 % de casca de arroz carbonizada + 15% de esterco bovino; (7) 70% solo + 10% casca de arroz carbonizada + 10% pó de coco + 10% esterco bovino.

Os tubetes foram colocados em bandejas apropriadas para a acomodação dos mesmos, e suspensas a 1 m do solo. A irrigação foi realizada diariamente, pela manhã, com o uso de regador manual.

O experimento foi encerrado aos 210 dias após a emergência (DAE).

3.2 Parâmetros avaliados

Aos 30 e 210 dias após a emergência (DAE) as plantas foram avaliadas quanto à altura (H) e o diâmetro do caule (D), determinado ao nível do solo, respectivamente com auxílio de régua graduada e paquímetro digital. Em seguida, as folhas foram coletadas para a determinação da área foliar (AF). Para isto, as folhas foram escaneadas em scanner de mesa e a área foliar foi determinada através do uso do *software* DDA (Determinador Digital de Áreas) (FERREIRA et al., 2008). Após a digitalização, as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel, bem como o caule e as raízes, e levadas para secagem em estufa a 65 °C, até atingir massa

constante. Em seguida, foram submetidas à pesagem para a determinação da massa seca destes componentes.

De posse dos valores de altura inicial (30 DAE) e final (210 DAE), e diâmetro do caule inicial e final, foram calculadas as taxas de crescimento absoluto em altura (TCAH) e em diâmetro (TCAD):

$$\text{TCAH} = (\text{Altura final} - \text{altura inicial}) / \text{tempo} \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{TCAD} = (\text{Diâmetro final} - \text{diâmetro inicial}) / \text{tempo} \quad \text{Equação 2}$$

Através dos dados finais de altura (H) e diâmetro do caule (D) foi calculada a razão altura/diâmetro (RAD) empregando-se a equação:

$$\text{RAD} = H/D \quad \text{Equação 3}$$

Para avaliar a qualidade da muda foi empregado o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

$$\text{IQD} = \frac{\text{Massa seca total}}{\text{RAD} + \text{RMSPAR}} \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

RMSPAR: razão do massa da matéria seca da parte aérea/ massa da matéria seca das raízes.

A Taxa assimilatória líquida (TAL), área foliar específica (AFE), razão de massa foliar (RPF), Razão de área foliar (RAF) foram calculados de acordo com fórmulas propostas por Benincasa (2003):

$$\text{TAL} = \frac{\text{Pf} - \text{Pi}}{t_2 - t_1} \times \frac{\text{LnAf} - \text{LnAi}}{\text{Af} - \text{Ai}} \text{ g/dm}^2/\text{dia}, \text{ onde:} \quad \text{Equação 5}$$

Pf: massa seca total final

Pi: massa seca total inicial

t2: tempo final (210 DAE)

t1: tempo inicial (30 DAE)

Af: área foliar final

Ai: área foliar inicial

$$\text{AFE} = \frac{\text{Área da folha}}{\text{Massa seca da folha}} \text{ cm}^2/\text{g} \quad \text{Equação 6}$$

$$\text{RMF} = \frac{\text{Massa seca da folha}}{\text{Massa seca total}} \text{ g/g} \quad \text{Equação 7}$$

$$\text{RAF} = \text{AFE} \times \text{RMF} \quad \text{Equação 8}$$

3.3 Delineamento experimental e análises estatísticas

O experimento foi distribuído em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos e quatro repetições, com cinco plantas por repetição, totalizando 140 plantas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software ASSISTAT versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção do número de folhas aos 210 DAE (NFF), razão altura/diâmetro (RAD) e razão de massa foliar (RMF), os tratamentos influenciaram significativamente todas as variáveis analisadas.

Analisando-se a tabela 1, verifica-se que o substrato 3 (Plantmax) proporcionou os maiores valores de altura final (H), diâmetro final (D), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de folhas (MSF), massa seca de raízes (MSR) e massa seca total (MST). Em relação à altura das plantas e o diâmetro do coleto, os menores valores foram obtidos quando se utilizou o substrato composto de 70% solo:30% pó de coco (S2); porém para esses e outros parâmetros avaliados, esse tratamento foi estatisticamente igual ao tratamento 70% solo:30% esterco bovino (S1).

Comparando-se os tratamentos S3 e S2, verifica-se redução de 49% e 47%, respectivamente, na altura das plantas e no diâmetro do coleto, ao final do experimento

Tabela 1. Altura de plantas (H), diâmetro do coleto (D), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de folhas (MSF), massa seca de raízes (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de ipê-roxo, aos 210 DAE em função do substrato

SUBSTRATOS	H	D	MSPA	MSF	MSR	MST
	(cm)	(mm)				
S1	5,90 ab	2,20 bc	0,69 c	0,44 c	0,87 d	2,00 c
S2	4,20 b	1,88 c	0,76 c	0,44 c	3,55 cd	4,75 c
S3	8,32 a	3,56 a	4,62 a	2,82 a	11,17 a	18,61 a
S4	5,30 b	3,36 bc	1,55 bc	1,00 bc	4,18 bc	6,73 bc
S5	6,22 ab	2,61 b	2,36 b	1,42 b	7,13 b	10,90 b
S6	5,53 b	2,35 bc	1,13 c	0,69 bc	3,09 cd	4,91 c
S7	5,58 b	2,54 b	2,25 b	1,40 b	6,21 bc	9,86 b

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Substratos: S1 (70% solo:30% esterco bovino); S2 (70% solo:30% pó de coco); S3 (100% de Plantmax); S4 (70% solo:15% pó de coco:15% esterco bovino); S5 (70% solo:30% casca de arroz carbonizada); S6 (70% solo:15% casca de arroz carbonizada:15% esterco bovino); S7 (70% solo:10% casca de arroz carbonizada:10% pó de coco:10% esterco bovino).

Quanto às variáveis de massa da matéria seca (Tabela 1), o substrato 70% solo:30% esterco bovino (S1) proporcionou os menores valores. Em relação ao S3, esse substrato reduziu em 85%, 84%, 92% e 89%, respectivamente, a massa seca da parte aérea, das folhas, das raízes e a massa seca total. Apesar de estatisticamente inferior ao Plantmax, os substratos que tiveram a casca de arroz carbonizada na sua composição, em adição ao solo (S5), ou juntamente com solo, pó de coco e esterco bovino (S7), possibilitaram a obtenção de bons resultados nos parâmetros avaliados. Dentre estes dois, os melhores resultados foram verificados com o S5. Em comparação com o S3, o S5 promoveu reduções de 25%, 27%, 49%, 50%, 39% e 41% na altura das plantas, diâmetro do coleto, massas secas da parte aérea, das folhas, das raízes e na massa seca total (Tabela 1).

Comportamento idêntico foi verificado para o IQD (Tabela 2), tanto em relação ao substrato que proporcionou os melhores resultados (S3), quanto em relação aos valores mais baixos (S1).

Tabela 2. Razão massa seca da parte aérea/raízes (RMSPAR), Razão altura/diâmetro (RAD) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de plantas de ipê-roxo, aos 210 DAE em função do substrato

SUBSTRATOS	RMSPAR	IQD
S1	0,57 a	0,63 d
S2	0,21 b	1,94 cd
S3	0,42 ab	6,76 a
S4	0,38 ab	2,55 bc
S5	0,34 ab	4,06 b
S6	0,35 ab	1,80 cd
S7	0,36 ab	3,90 b

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Substratos: S1 (70% solo:30% esterco bovino); S2 (70% solo:30% pó de coco); S3 (100% de Plantmax); S4 (70% solo:15% pó de coco:15% esterco bovino); S5 (70% solo:30% casca de arroz carbonizada); S6 (70% solo:15% casca de arroz carbonizada:15% esterco bovino); S7 (70% solo:10% casca de arroz carbonizada:10% pó de coco:10% esterco bovino).

No entanto, ocorreu o inverso na RMSPAR, em que os valores mais elevados foram verificados nas plantas mantidas no substrato composto de 70% de solo:30%

de esterco bovino (S1), evidenciando que esse substrato favoreceu o acúmulo de matéria seca nas raízes em detrimento da parte aérea (Tabela 2).

O IQD obtido nas plantas mantidas no tratamento contendo a combinação do solo com a casca de arroz carbonizada (S5), apesar de ser inferior estatisticamente ao do substrato Plantmax (S3), também apresentou resultados satisfatórios. Desta forma, pesquisas que avaliem as melhores combinações de casca de arroz carbonizada e outros materiais podem ser de grande valia na busca de informações sobre substratos que promovam melhor desenvolvimento das mudas de espécies florestais.

Fonseca (2000) afirma que o IQD é um índice citado por muitos pesquisadores como um bom indicador para avaliar a qualidade de mudas, uma vez que leva em consideração a relação altura/diâmetro (RAD) ou robustez e a relação da produção da matéria seca (relação PSPA/PSR). O maior valor de IQD foi verificado no substrato comercial Plantmax (S3) (6,76), sendo dez vezes maior que o menor valor (0,63), obtido no substrato contendo 70% solo:30% de esterco bovino (S1). Possivelmente, a menor produção de matéria seca verificada no substrato contendo a mistura de solo e esterco bovino (S1), causou a redução do valor do IQD, uma vez que esse parâmetro é utilizado para o cálculo do Índice de Qualidade de Dickson. De acordo com Azevedo (2003), a produção de biomassa seca tem sido considerada um dos melhores parâmetros morfológicos para se avaliar a qualidade de mudas. Muitos viveiros, não acreditam ser viável a sua determinação, principalmente por envolver o método da destruição completa da muda e a utilização de estufas.

Em relação à área foliar (Tabela 3), verifica-se que o tratamento S3 (Plantmax) proporcionou a maior média (256,68 cm²), sendo quase seis vezes a área foliar obtida nas plantas do tratamento 70% solo:30% pó de coco (S2) (43,34 cm²).

Quanto à área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e razão de massa foliar (RMF), o substrato 70% solo:30% esterco bovino (T1) promoveu a obtenção dos maiores valores (Tabela 3). Isso significa que nesse tratamento as plantas apresentaram menor massa seca (g) em cada unidade de área (cm²). Esse comportamento fica evidente quando se analisa a taxa assimilatória líquida (TAL), o qual leva em consideração o massa seca e a área foliar da planta, no intervalo de tempo entre as avaliações. Percebe-se, pela tabela 3, que o substrato S1, apesar de

promover valores maiores de AFE, RAF e RPF, tiveram menor TAL. Comportamento inverso foi apresentado pelo substrato Plantmax (S3), merecendo destaque também o substrato S5, que apresentaram valores de TAL seis e cinco vezes, respectivamente, aos obtidos no substrato S1.

Tabela 3. Área foliar (AF), área foliar específica (AFE), taxa assimilatória líquida (TAL), razão de área foliar (RAF) e razão de massa foliar (RMF) das plantas de ipê-roxo, aos 210 DAE em função do substrato

SUBSTRATOS	AF (cm²)	AFE (cm²/g)	TAL g/dm²/dia	RAF	RMF (g/g)
S1	131,95 b	299,89 a	0,14 d	62,91 a	0,21 a
S2	43,34 b	98,50 b	0,61 bc	8,86 c	0,09 b
S3	256,68 a	91,02 b	0,89 a	13,65 bc	0,15 b
S4	113,16 b	113,16 b	0,53 bc	16,97 bc	0,15 b
S5	152,34 ab	107,28 b	0,70 ab	13,95 bc	0,13 b
S6	112,53 b	163,08 b	0,36 cd	22,83 b	0,14 b
S7	129,61 b	92,57 b	0,71 ab	12,96 bc	0,14 b

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Substratos: S1 (70% solo:30% esterco bovino); S2 (70% solo:30% pó de coco); S3 (100% de Plantmax); S4 (70% solo:15% pó de coco:15% esterco bovino); S5 (70% solo:30% casca de arroz carbonizada); S6 (70% solo:15% casca de arroz carbonizada:15% esterco bovino); S7 (70% solo:10% casca de arroz carbonizada:10% pó de coco:10% esterco bovino).

A estreita relação existente entre a área foliar e a TAL, reflete, de acordo com Scalon et al. (2003), a importância dos órgãos fotossintetizantes na produtividade biológica. Figueiredo et al. (2010), avaliando a relação entre a área foliar, número de folhas e biomassa seca e fresca de plantas de rúcula, constataram que o número de folhas por planta, tem pouca relação com o aumento da área foliar, biomassa fresca e seca de plantas da espécie estudada.

A TAL representa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de produção de biomassa seca por unidade de área foliar (DANTAS et al., 2009). Dessa forma, é necessário que se utilize substrato que proporcione maior área foliar às plantas, pois a mesma refletir-se-á diretamente na taxa fotossintética e, conseqüentemente, no crescimento e qualidade das mudas. No entanto, em função do alto valor de substratos comerciais, a exemplo do Plantmax, pode-se sugerir o uso do substrato

composto de 70% solo:30% casca de arroz carbonizada, o qual é mais acessível ao pequeno produtor.

Os resultados obtidos com o substrato comercial Plantmax podem ser justificados pelas suas boas características físicas e químicas, apresentando densidade, porosidade e CTC que proporcionam as condições ideais de retenção de umidade, aeração e de nutrientes às plantas (PAULLUS et al., 2011). Resultados semelhantes aos encontrados neste estudo foram obtidos por Antunes et al. (2012), os quais, avaliando a influência do substrato na formação de plantas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), verificaram que o substrato Plantmax possibilitou a obtenção dos melhores resultados para porcentagem de emergência (EM), número de folhas por planta (NF), comprimento da maior raiz (CR) e massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST).

Silva et al. (2009), avaliando o efeito de diferentes substratos na produção de plantas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez), constataram que os tratamentos contendo substrato comercial Plantmax propiciaram os melhores resultados para os parâmetros massa seca de parte aérea, de raízes e total das plantas dessa espécie.

Os menores resultados para altura e diâmetro obtidos no substrato composto de 70% solo:30% pó de coco (S2), podem ser explicados pelo fato do pó de coco utilizado nesse estudo não ter sido lavado, uma vez que a lavagem reduz a quantidade de taninos solúveis. De acordo com Kämpf e Fermino (2000), os taninos solúveis em alta concentração têm efeito tóxico sobre as plantas e inibem o crescimento da ponta das raízes, reduzindo a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, causando diminuição no crescimento e na produção de biomassa seca das plantas. Considerando-se a área foliar, Lacerda et al. (2006), em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) verificaram que as plantas crescidas no substrato composto de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, pó de coco e resíduo de sisal, na proporção 1:1:1, apresentaram menor área, indicando que a utilização do pó de coco não lavado prejudicou esse parâmetro morfológico.

Resultado semelhante foi obtido por Oliveira et al. (2008), utilizando o pó de coco no substrato para produção de mudas de berinjela. Os autores constataram que o pó de coco lavado apresentou valores semelhantes ao substrato comercial, e que as plantas cultivadas no substrato contendo o pó de coco não lavado

apresentaram redução considerável na produção de massa seca, resultando em diferenças significativas em relação aos demais substratos avaliados.

Os resultados apresentados pelo substrato 70% solo:30% esterco bovino podem ter sido reflexo da drenagem deficiente, uma vez que percebia-se encharcamento do mesmo, influenciando negativamente o crescimento das plantas. A estrutura física do substrato é essencial para que o substrato seja considerado ideal, dentre elas boa porosidade, que proporciona a adequada retenção de água (MELO JÚNIOR, 2013; MELO; BORTOLOZZO; VARGAS, 2006; CUNHA et al., 2006). No entanto, o esterco bovino tem sido utilizado frequentemente na composição de substratos alternativos em conjuntos com diversos materiais, apresentando resultados variados para cada condição estudada. Em mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.), Góes et al. (2010), verificaram que a mistura mais eficiente para a formação de mudas mais vigorosas foi o Plantmax + húmus + esterco bovino (1:2:1).

Por ser um material de fácil acesso, o esterco bovino reduz os custos de produção, promove uma maior disponibilidade de nutrientes, aumenta a capacidade de retenção de umidade, além de proporcionar a atividade microbiana, apresentando a vantagem de ser fonte de matéria orgânica nos substratos (ARTUR et al., 2007). Caldeira; Hernandez; Assis Júnior (2008), avaliando o efeito de diferentes proporções de composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*), verificaram que os resultados dos índices de qualidade das mudas produzidas com 100% de composto orgânico, no geral, apresentaram os menores índices, exceto para o índice MSA/MSR. Ainda de acordo com esses autores, as mudas produzidas com altas proporções de composto orgânico no substrato tiveram um efeito negativo, tanto no comprimento de raiz como na produção de biomassa seca de raiz.

O efeito positivo do uso da casca de arroz carbonizada, verificado nesse estudo, pode ser decorrente, principalmente, da melhoria nas propriedades físicas do substrato proporcionada pela mesma. De acordo com Couto et al. (2003), a casca de arroz carbonizada proporciona melhorias nas propriedades físicas do substrato, podendo elevar o espaço de aeração de 22% para 31% quando usada como condicionador, em mistura com a turfa na proporção 2:1. Por apresentar densidade baixa, favorece a drenagem da água, proporcionando melhor desenvolvimento das raízes (MAUAD et al., 2004; MELLO, 2006). É um material

resistente à decomposição, com estrutura relativamente estável, baixa densidade e pH aproximadamente neutro (MELLO, 2006).

Em pesquisa realizada por Steffen et al. (2010), avaliando o uso de húmus de esterco bovino e casca de arroz carbonizada na produção de mudas de boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.), foi constatado que os substratos 80% casca de arroz carbonizada:20% húmus, 60% casca de arroz carbonizada:40% húmus, 50% casca de arroz carbonizada:50% húmus e 40% casca de arroz carbonizada:60% húmus favoreceram um bom desenvolvimento das mudas, apresentando potencial para serem utilizados na produção de mudas de boca-de-leão. Por outro lado, a utilização desse material como substrato para cultivos de fins comerciais pode se tornar inviável devido à necessidade de irrigação constante (MELLO, 2006).

5 CONCLUSÕES

Os substratos compostos de solo+casca de arroz carbonizada e solo+casca de arroz carbonizada+pó de coco+esterco bovino proporcionam a obtenção de mudas de qualidade, indicando seus potenciais para produção de mudas de ipê-roxo.

O uso do pó de coco em adição ao solo não favorece a produção de mudas de ipê-roxo de qualidade.

O substrato comercial Plantmax®, como é esperado, proporciona a obtenção de mudas de ipê-roxo maiores, mais vigorosas e de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, M. V.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1019-1026, 2012.
- ANDREJOW, G. M. P.; HIGA, A. R. Potencial de enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. provenientes de brotação apical de mudas jovens. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 4, p. 897-903, 2009.
- ANTUNES, L. E. C.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONCALVES, M. A. Influência do substrato, tamanho de sementes e maturação de frutos na formação de mudas de pitangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1216-1223, 2012.
- ARAÚJO, A. P.; PAIVA SOBRINHO, S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) MORONG) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 581-588, 2011.
- ARTUR, A. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARRETTO, V. C. M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.
- 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. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. III Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas, Campinas, 2002. **Anais...** Documentos IAC, 70. Campinas: p. 7-15, 2002.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 41 p, 2003.
- BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do massa da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.
- BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii*–Engem**. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, 2007,54p.
- 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**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CARVALHO, P. E. R. Produção de mudas de espécies nativas por sementes e a implantação de povoamentos. In: GALVÃO, A. P. M. (Org). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 151-174.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

COSTA, P. C. **Produção do tomateiro em diferentes substratos**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal - Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 119p, 2003.

COUTO, M.; WAGNER JUNIOR, A.; QUEZADA, A. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29C (*Prunus cerasifera* EHRH.) em casa de vegetação. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 125-128, 2003.

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 (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 2, n. 66, p. 100-107, 2004.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, 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**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, 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**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009.

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

DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; KODAMA, F. M. Initial growth of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. seedlings on substrates with different compositions and water retention capacities. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2016.

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 Agrônômico, p.29-37, 2002.

FERNANDES, L. A.; FURTINITI NETO, A. E.; FONSECA, F.C.; VALE, F. R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, 2000.

FERREIRA, O. G. L.; ROSSI, F. D.; ANDRIGHETTO, C. **DDA - Determinador Digital de Áreas**: Software para determinação de área foliar, índice de área foliar e área de olho de lombo. Versão 2.0. Santo Augusto: IFFarroupilha. 2008.

FIGUEIREDO, R. T.; GUISTEM, J. M.; CHAVES, A. M. S.; JÚNIOR, R. A. A.; SILVA, A. G. P.; PAIVA, J. B.; SANTOS, F. N. Relação entre a área foliar, número de folhas e biomassa seca e fresca da planta de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, S913-S918, 2010.

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 em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 113p, 2000.

FREITAS, T. P. **Propagação de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Mattos) por miniestaqueia**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2012.

GÓES, G. B.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, P. V. Q.; TOSTA, M. S.; MEDEIROS, L. F. Diferentes substratos na produção de mudas de mamoeiro em bandejas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 5, n. 1, p. 178-184, 2010.

KÄMPF, A. N; FERMINO, M. H. Seleção de materiais para uso como substrato. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. In: KÄMPF, A. N; FERMINO, M. H. (Ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, p.139-145, 2000.

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. (Org.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p.95.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. D. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 607-621, 2013.

LEITE, H. G.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, C. D.; PAULA, R. D.; PIRES, I. E.; SILVA, M. D. Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.955-964, 2005.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, p. 835-843, 2007.

LORENZI.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 196-197, 2002.

MAUAD, M.; FELTRAN, J. C.; CORRÊA, J. C.; DAINESE, R. C.; OTO, E. O.; RODRIGUES, R. D. Enraizamento de estacas de azaléia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 771-777, 2004.

MELO, G. W. B.; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006.

MELO JUNIOR, C. J. A. H. **Efeito do esterco bovino na composição de substrato para Produção de mudas de três espécies florestais da Mata Atlântica**. 2013, 29p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ. 2013.

MELLO, R. P. **Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L.H.G.; FREITAS, B.V.; SILVA, G.A.; SOUSA, M.V.R.; ANDRADE, R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 58-65, 2012.

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

NETO, G. G.; MORAIS, R. G. Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. **Acta Botânica Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 4, p. 561-584, 2003.

NUNES, M. U. C. **Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó da casca de coco**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2000. 29 p. (Comunicado Técnico, 13), 2000.

OLIVEIRA, R. P. SCIBITTARO, W. B.; BORGES, R. S.; NAKASU, B. H. **Mudas de citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 39-44, 2008.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. Produção de mudas. In: PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Coleção jardinagem e paisagismo**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, v.2, cap.1, p. 24, 2001.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas do Brasil: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. 1. ed. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2007, 438p.

- PAULLUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E.; GARLET, T. M. B. Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de hortelã (*Mentha gracilis* R. Br. e *Mentha x villosa* Huds.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 90-97, 2011.
- 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, p.209-215, 2000.
- 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**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.
- SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento do ipê-roxo, *Tabebuia impetiginosa* Martius ex AP de Candolle, na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 91-100, 2000.
- SCHORN, L. A. **Silvicultura II Produção de mudas florestais**. Apostila- Universidade Regional de Blumenau Centro de Ciência Tecnológica. Departamento de Engenharia Florestal, Blumenau, 2003.
- SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W.; OLIVEIRA, E. R. V.; PIROLI, E. L. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 121-130, 2005.
- SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**: manual. Campo Grande, 62p, 2006.
- SEVERINO, L. S.; LIMA, R. S. L.; BELTRÃO, N. E. M. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas**. Embrapa. Comunicado Técnico, Campina Grande, p.1-5, 2006.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Software Assistat Versão 7.7 e seu uso na análise de dados experimentais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n.1, p. 71-78, 2016.
- SILVA, E. A.; MARUYAMA, W. I.; OLIVEIRA, A. C.; BARDIVIESSO, D. M. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 925-929, 2009.
- SILVA, R. F.; EITELWEIN, M. T.; CHERUBIN, M. R.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S.; PINHEIRO, R. R. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 609-619, 2014.
- SILVEIRA, T. L. S.; RAMOS, D. T.; NEVES, L. G. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 238-243, 2010.

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* ST Blake. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 91-100, 2012.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; BELLÉ, R. Húmus de esterco bovino e casca de arroz carbonizada como substratos para a produção de mudas de boca-de-leão. **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade del México, v. 26, n. 2, p. 345-357, 2010.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.) **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.