



Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) produzidas em diferentes substratos

Francisco José Basílio Alves^{1*}, Antonio Lucineudo de Oliveira Freire¹

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito do substrato no crescimento e qualidade das mudas de plantas de ipê-roxo, conduziu-se um experimento em ambiente telado, testando-se os substratos: 70% solo + 30% esterco bovino; 70% solo + 30% pó de coco; 100% substrato comercial (Plantmax®); 70% solo + 15% pó de coco + 15% de esterco bovino; 70% solo + 30% casca de arroz carbonizada; 70% solo + 15% de casca de arroz carbonizada + 15% de esterco bovino; 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 contendo solo+casca de arroz carbonizada e solo+ casca de arroz carbonizada+pó de coco+esterco bovino favoreceu a qualidade das mudas. O uso do pó de coco em adição ao solo não favorece a produção de mudas de ipê-roxo. O substrato comercial Plantmax®, proporciona a obtenção de mudas de melhor qualidade.

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

Initial growth and saplings quality of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos produced in different substrates

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.

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.

As informações sobre as espécies florestais nativas ainda são insuficientes e a maioria está relacionada com suas características botânicas e dendrológicas (CUNHA et al., 2005). Nesse sentido, atenção especial deve ser dada ao processo de produção das mudas, tendo o substrato um papel fundamental nessa etapa.

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

Recebido em 21/06/2017; Aceito para publicação em 18/07/2017

¹Universidade Federal de Campina Grande.

*E-mail: franciscoengflo12@hotmail.com

informações sobre o potencial germinativo, desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas nativas e também sobre a composição de substratos (AFONSO et al., 2012).

O substrato ideal deve apresentar boa porosidade, resistência a microrganismos 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, 2006). 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 et al., 2006).

Substratos que apresentam maior porosidade e menor capacidade de retenção de água, como por exemplo, a areia, a casca de arroz carbonizada, entre outros, necessitam de irrigações mais frequentes em relação aqueles que possuem maior capacidade de retenção (compostos orgânicos, turfas, fibras de coco, etc) (LOPES et al., 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 à salinidade.

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, relações entre ar e água, permite seu manejo, assim sendo, também proporciona sua melhor adaptação às condições de cultivo, pois possibilita diferentes proporções entre macro e micro poros, bem como as relações entre ar e água (FERMINO, 2002).

O ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) é uma espécie arbórea pertencente à família Bignoniaceae, ocorrendo nos estados de Piauí, Ceará, Minas Gerais, 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, 1998). 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).

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.

MATERIAL E MÉTODOS

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, realizou-se a 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 a serem avaliados.

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).

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 digitalizadas 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 (HI) (30 DAE) e final (HF) (210 DAE), e diâmetro do caule inicial (DI) e final (DF), foram calculadas as taxas de crescimento absoluto em altura (TCAH) e em diâmetro (TCAD):

$$TCAH = \frac{HF-HI}{\text{tempo}} \quad (\text{Equação 1})$$

$$TCAD = \frac{DF-DI}{\text{tempo}} \quad (\text{Equação 2})$$

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

$$RAD = \frac{H}{D} \quad (\text{Equação 3})$$

Para avaliar a qualidade da muda foi empregado o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960):

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

em que RMSPAR é a razão da 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):

$$TAL = \frac{Pf-Pi}{tf-ti} \times \frac{LnAf-LnAi}{Af-Ai} \quad (\text{Equação 5})$$

onde Pf e Pi são, respectivamente, a massa seca total final e massa seca total inicial; tf é o tempo final (210 DAE) e ti o tempo inicial (30 DAE); Af e Ai, área foliar final e inicial, respectivamente.

$$AFE = \frac{\text{área da folha}}{\text{massa seca da folha}} \quad (\text{Equação 6})$$

$$RMF = \frac{\text{massa seca da folha}}{\text{massa seca total}} \quad (\text{Equação 7})$$

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

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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

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	MSTo
	(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).

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 (MSTo). 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.

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).

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.

Tabela 2. Razão massa seca da parte aérea/raízes (RMSPAR) 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).

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.

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).

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 (cm ²)	AFE (cm ² /g)	TAL g/dm ² /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≤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).

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, 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 caesalpinifolia* 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 et al., 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 et al. (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).

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 BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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.
- 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, Minas Gerais.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas.** 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 41 p, 2003.
- 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.
- COSTA, P. C. **Produção do tomateiro em diferentes substratos.** 2003. 119 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal - Horticultura). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo.
- 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.
- 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.
- 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.** 2000. 113 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.
- FREITAS, T. P. **Propagação de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Mattos) por miniestaqui.** 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.
- 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.

- LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.163–170, 2006.
- 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, v.31, n.5, p.835-843, 2007.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. São Paulo: Nova Odessa, v.2. 368p. 1998.
- MELLO, R. P. **Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- 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. 29 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro.
- 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 Agronômica**, Fortaleza, v.39, n.1, p.39-44, 2008.
- 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.
- 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.
- 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., 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.
- 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.