



Qualidade de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan produzidas em diferentes substratos com lodo de esgoto e casca de arroz¹

Fernando Elair Vieira Santos²; Marcos Vinicius Winckler Caldeira³; Sustanis Horn Kunz⁴

Resumo: O substrato exerce influência significativa no desenvolvimento das mudas, e vários são os materiais que podem ser utilizados na sua composição. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan produzidas em diferentes substratos composto de lodo de esgoto e casca de arroz carbonizada e *in natura*. O trabalho foi realizado no viveiro florestal do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFES, no município de Alegre-ES no período de novembro a março. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo constituído por nove tratamentos com cinco repetições de quatro plantas. Os substratos foram formulados com diferentes proporções de lodo de esgoto (LE) (80, 60, 40 e 20%) associado a casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz *in natura* (CAN) e uma testemunha constituída por 100% de substrato comercial a base de casca de pinus. De modo geral, houve efeito no desenvolvimento da espécie pela da adição da casca de arroz carbonizada e casca de arroz *in natura*. Porém utilizando o substrato comercial tiveram um efeito negativo no seu crescimento. O tratamento T7 (40% LE : 60% CAN) foi o melhor, apresentando as maiores médias das características de crescimento.

Palavras - chave: angico vermelho; mudas; bio sólido.

Quality of seedlings of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan produced in different substrates with sewage sludge and rice hulls

Abstract: The substrate has a significant influence on seedling development, and there are several materials that can be used in its composition. The aim of this study was to evaluate the quality of seedlings of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan produced on different substrates sewage sludge compost and rice hulls and rice husk *in natura*. The work was carried out at the nursery of the Center of Agricultural Sciences (CCA) UFES in the municipality of Alegre-ES in the period from november to march. The experimental design was completely randomized, consisting of nine treatments with five replicates of four plants. The substrates were formulated with different ratios of sewage sludge (LE) (80, 60, 40 and 20%) associated with rice hulls (CAC) and rice husk in nature (CAN) and a control consisting of 100% commercial substrate base pine bark. In general, there was beneficial effect on the development of the species by the addition of rice hulls and rice husk in nature. However using the commercial substrate had a negative effect on their growth. Treatment T7 (40% CO:60% CAN) was the best, with the highest average of the characteristics of growth.

Keywords: red angico; seedlings; biosolids.

¹ Recebido em 26.04.2013 e aceito para publicação como **artigo científico** em 28.08.2013.

² Tecnólogo em Silvicultura, Mestre em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. E-mail: <fernandoelair@gmail.com>.

³ Engenheiro Florestal, D.Sc., Professor do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. E-mail: <mvwcaldeira@gmail.com>.

⁴ Bióloga, D.Sc., Professora do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. E-mail: <sustanishk@yahoo.com.br>.

Introdução

A espécie florestal *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, popularmente conhecida como angico vermelho, é uma espécie florestal com relevante importância na recomposição de matas ciliares e no reflorestamento misto de áreas degradadas ocorre naturalmente na Floresta Decidual austral, na Floresta Estacional Semidecidual, avançando em menor escala, na Floresta Ombrófila Mista. As árvores podem atingir até 35 m de altura e DAP de até 1,2 m. Madeira de alta durabilidade, excelentes características físicas e mecânicas, normalmente utilizada na construção civil, em pontes e como dormentes ferroviários (CARVALHO, 1994; LORENZI, 2000).

A produção de uma gama de espécies florestais nativas é realizada utilizando-se substrato comercial a base de casca de pinus. Portanto, a utilização de resíduos orgânicos urbanos na composição de substratos é uma alternativa que pode ser viável na produção de mudas, como é o caso do esgoto urbano, cujo material é composto basicamente de matéria orgânica.

O lodo de esgoto, originário das estações de tratamento de esgoto, é um resíduo rico em matéria orgânica e nutrientes. Frequentemente, seu descarte é realizado por meio de combustão ou deposição em aterros sanitários, cuja prática pode causar impactos ambientais, não sendo eficiente para minimizar os processos de degradação ou poluição ambiental. Uma alternativa para a destinação final deste resíduo seria na produção florestal, onde ocorre a reintrodução no ciclo dos nutrientes, conferindo a esse resíduo um destino mais correto.

Na composição do substrato, a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade e fornecimento de parte dos nutrientes para o crescimento de plântulas (SOBRINHO et al., 2010). Na busca por opções que sejam de fácil aquisição, baixo custo e de fontes renováveis, uma grande diversidade de materiais têm sido utilizados como componentes alternativos para a formulação de substratos. Com isso, tem crescido a utilização

de diversos resíduos na produção de mudas florestais, continuando um processo evolutivo que começou com a substituição gradativa da terra de subsolo por materiais orgânicos. Esta prática vem minimizando o impacto ambiental que seria provocado com a disposição inadequada destes resíduos na natureza, dando um caráter cada vez mais sustentável às atividades de produção de mudas (NEVES et al., 2010).

Mudas de qualidade são fundamentais para a implantação de plantios comerciais, recuperação de áreas degradadas ou recomposição de florestas, para tanto, é necessário o aperfeiçoamento das técnicas de produção das mesmas. Produzir mudas resistentes, mais capacitadas a sobreviver às adversidades encontradas, é uma das possíveis opções para minimizar as perdas pós-plantio, o que está diretamente relacionada ao substrato em que a mesmas são produzidas (TRAZZI et al., 2012a; TRAZZI et al. 2012b).

Avaliando o lodo de esgoto como substrato para as mudas de *Ateleia glazioveana* Baill Caldeira et al. (2012a) verificaram que esse componente de substrato influenciou positivamente nas características morfológicas das mudas, tais como altura, diâmetro do coleto e massa seca da parte aérea e que a sua utilização para produção de mudas de *A. glazioveana*, pode ser considerado satisfatória quando utilizado na proporção de 80% da composição do substrato.

Trazzi et al. (2012b) avaliando a qualidade de mudas de *Murraya paniculata* (L.) Jackem produzidas em diferentes composições de substratos, verificaram que a utilização de lodo de esgoto e dejetos bovinos proporcionaram mudas de melhor qualidade e que a utilização dos mesmos pode se tornar uma alternativa como componente de substrato na produção de mudas de espécies florestais, reduzindo o uso de fertilizantes e proporcionando benefício ambiental devido o reaproveitamento de tais resíduos.

Scheer et al. (2010) comparando o crescimento de mudas de *P. rigida* produzidas com os substratos à base de lodo de esgoto com



o uso de substrato comercial, verificaram que os resultados de crescimento com o uso dos substratos à base de lodo de esgoto compostado foram maiores do que com o substrato comercial.

Conforme o exposto acima, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de *Parapiptadenia rigida* em diferentes composições de lodo de esgoto e casca de arroz carbonizada e *in natura*.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira/CCA-UFES, Alegre-ES. De acordo com a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso), com temperatura média anual de 24,1°C, médias das máximas de 31°C, média das mínimas de 20,2°C e precipitação pluviométrica anual média de 1104 mm (MAIA et al., 2007).

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado formado por nove tratamentos com cinco repetições de quatro plantas, totalizando 20 plantas por tratamento no período de novembro a março. Os substratos foram formulados com diferentes proporções de lodo de esgoto (LE) 80, 60, 40 e 20% (lodo de esgoto:resíduo), associado a casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz *in natura* (CAN) e uma testemunha constituída por 100% de substrato comercial a base de casca de pinus.

As sementes de *Parapiptadenia rigida* foram semeadas em uma sementeira de areia lavada, devido à desuniformidade de germinação. Após a germinação e emergência das plântulas, após estas apresentarem dois pares de folhas definitivas e aproximadamente cinco centímetros de altura, foram repicadas para os tubetes cilindro-cônicos de polipropileno com capacidade de 280 cm³, e receberam adubação de base que consistiu no uso de: 750 g de sulfato de amônio; 1.667 g de superfosfato simples e 172 g de cloreto de potássio por

metro cúbico de substrato (GONÇALVES et al., 2000). Os substratos foram analisados quimicamente no Laboratório de Recursos Hídricos do DCFM/CCA-UFES antes da implantação da espécie e da adubação de base, com a metodologia proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997).

As mudas foram irrigadas com micro-aspersores quatro vezes ao dia por sistema de irrigação automático, sendo realizadas duas irrigações na parte da manhã e duas na parte da tarde em um total de aproximadamente 16 mm.

Quando as mudas atingiram os 120 dias, foram coletadas e mensuradas as seguintes características morfológicas: diâmetro do coleto (DC), altura da parte aérea (H), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST) e calculado a relação altura/diâmetro do coleto (H/D), relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

A quantificação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca do sistema radicular (MSR) foi realizada por meio da pesagem das partes vegetais após a secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65°C, por um período de aproximadamente 72 h. O Índice de Qualidade de Dickson foi obtido pela fórmula de Dickson (DICKSON et al., 1960)

$$IQD = \frac{MST(g)}{H(cm)/D(mm) + MSPA(g)/MSR(g)}$$

Em que: MST(g) = Massa seca total; H(cm) = Altura; D(mm) = Diâmetro do coleto; MSPA(g) = Massa seca da parte aérea; MSR(g) = Massa seca da raiz.

Os dados das características morfológicas foram submetidas à análise de variância pelo teste F, e quando o teste foi significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância utilizando-se o software R (R CORE TEAM, 2012).



Resultados e discussão

O uso combinado de diferentes proporções de lodo de esgoto, casca de arroz carbonizada e casca de arroz *in natura* para a produção de mudas proporcionaram diferente crescimento das plantas (Tabela 1). O tipo de substrato influenciou no crescimento em altura, à medida que se diminuíram as proporções de lodo de esgoto nos substratos observa-se um reflexo negativo na altura das plantas até a proporção de 40% de lodo de esgoto mais os resíduos de CAC e CAN que não diferiram estatisticamente entre si. As menores médias de altura observadas, para a maior proporção de CAC, CAN e SC possivelmente estão associadas à utilização de maiores proporções de resíduos que provocaram maior aeração do substrato e menor retenção de água. Os tratamentos que resultaram em maior crescimento em altura das mudas de *Parapiptadenia rigida* foram aqueles com maior proporção de lodo de esgoto (80%, T1 e T5), seguido das proporções de 60 e 40% de lodo de esgoto para os dois substratos, não havendo diferença significativa entre os mesmos (Tabela 1).

Em estudo realizado sobre os efeitos de lodo de esgoto, substrato comercial e terra de subsolo como substrato para a produção de

mudas de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó) foi observado que com o aumento das proporções do lodo de esgoto até 80% ocorreram aumento nas médias de altura das plantas (CALDEIRA et al., 2012a), corroborando com o presente estudo em que proporções de 80% de lodo de esgoto proporcionaram maior altura das mudas. Isto demonstra que o lodo de esgoto é excelente fornecedor de Ca (Tabela 2) em que os tratamentos que proporcionaram as maiores médias de altura também apresentaram as maiores médias desse elemento.

As mudas que se desenvolveram nos tratamentos T1 (80% LE + 20% CAC); T2 (60% LE + 40% CAC); T3 (40% LE + 60% CAC) proporcionaram as maiores médias para a característica diâmetro do coleto. Ao contrário, proporções superiores a 60% de CAC, CAN e o SC proporcionaram as menores médias para esta característica. O SC, apesar de apresentar maiores teores de nutrientes (Tabela 2), proporcionou menor média para todas as características avaliadas, o que pode estar ligado ao fato do lodo de esgoto apresentar nutrientes na forma orgânica, os quais são liberados de forma gradativa, sendo mais bem aproveitados pelas plantas (CARVALHO e BARRAL, 1981).

Tabela 1 – Médias da altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura/diâmetro do coleto (H/D), e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Parapiptadenia rigida* produzidas em substratos compostos por lodo de esgoto (LE), casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz *in natura* (CAN).

Table 1 – The average height of the aerial part (H), stem diameter (DC), height/diameter ratio of stem (H/D), and Dickson Quality Index (DQI) of *Parapiptadenia rigida* seedlings produced in substrates consisting of sewage sludge (SS), carbonized rice hulls (CRH) and *in natura* rice hulls (NRH).

Tratamentos	H cm	DC mm	H/D	IQD
T1 80% LE + 20% CAC	43,20 a*	6,362 a	6,80 a	0,53 b
T2 60% LE + 40% CAC	41,41 a	6,081 a	6,79 a	0,67 a
T3 40% LE + 60% CAC	39,01 a	6,276 a	6,13 b	0,80 a
T4 20% LE + 80% CAC	27,30 b	5,071 b	5,50 b	0,77 a
T5 80% LE + 20% CAN	42,58 a	5,209 b	8,57 a	0,46 b
T6 60% LE + 40% CAN	36,63 a	4,866 b	7,53 a	0,44 b
T7 40% LE + 60% CAN	34,73 a	5,400 b	6,49 a	0,61 a
T8 20% LE + 80% CAN	25,25 b	4,719 b	5,87 b	0,43 b
T9 100% SC	8,17 c	2,064 c	4,01 b	0,12 c

* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ($p > 0,05$).



Tabela 2 – Análise química dos substratos utilizados na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* em diferentes substratos compostos por lodo de esgoto (LE), casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz *in natura* (CAN).

Table 2 – Chemical analysis of substrates used in the production of seedlings of *Parapiptadenia rigida* in different substrates consisting of sewage sludge (SS), carbonized rice hulls (CRH) and *in natura* rice hulls (NRH).

Tratamentos	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	CTC
	H ₂ O	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			g kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³
T1 80% LE + 20% CAC	4,7	168	136	8,5	1,7	0,1	18,8	115,8	29,36
T2 60% LE + 40% CAC	4,5	170	273	7,8	1,7	0,3	22,3	130,6	32,57
T3 40% LE + 60% CAC	4,8	178	563	8,2	2,1	0,3	22,7	139,7	34,42
T4 20% LE + 80% CAC	5,2	222	946	6,0	2,6	0,2	21,2	158,7	32,25
T5 80% LE + 20% CAN	4,5	157	223	8,4	1,4	0,3	20,8	118,6	31,31
T6 60% LE + 40% CAN	4,7	176	335	7,8	1,4	0,2	16,8	109,8	26,93
T7 40% LE + 60% CAN	5,0	191	541	5,3	1,3	0,1	14,3	99,2	22,35
T8 20% LE + 80% CAN	6,2	238	1315	2,5	1,2	0,0	6,0	72,1	13,12
T9 100% SC	5,1	489	1225	10,8	6,7	0,1	19,3	149,1	40,77

Schumacher et al. (2004) avaliaram os efeitos de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de *Parapiptadenia rigida* e verificaram que a dose de 450 mg kg⁻¹ de P foi a que apresentou os melhores resultados para as variáveis altura da parte aérea, biomassa radicular e biomassa total e para as variáveis diâmetro e biomassa acima do solo, foi a dose de 360 mg kg⁻¹ de P. No presente estudo o substrato comercial proporcionou a média de 489 mg dm⁻³ para o P, no entanto, não proporcionou os melhores resultados para as variáveis morfológicas. Visto que pela caracterização química o SC proporcionou os melhores resultados e mesmo assim não proporcionou resultados satisfatórios para as características morfológicas, pode-se inferir que os baixos valores podem estar relacionados aos atributos físicos do substrato.

De forma contrária ao presente trabalho, Saidelles et al. (2009) testando a eficiência da utilização de casca de arroz carbonizada juntamente com solo para a produção de mudas de garapa (*Apuleia leiocarpa*) verificaram que a CAC não foi favorável ao crescimento do diâmetro do coleto das mudas da referida espécie. Já Kratz et al. (2012) concluíram que a casca de arroz carbonizada pode ser utilizada pura ou em composição com vermiculita (50%) como substrato para produção de mudas de *Eucalyptu sbenthamii* x *E. dunnii*.

A faixa da relação H/D (Tabela 1) considerada ideal, para Carneiro (1995), está situada entre 5,4 e 8,1, sendo esta uma característica que exprime a qualidade das mudas em qualquer fase do período de produção. Nesse sentido, apenas o tratamento T9 (100% SC) apresentou média abaixo da sugerida, e o tratamento T5 (80% LE + 20% CAN) apresentou média superior a considerada adequada pelo referido autor.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Tabela 1) é um índice ponderado das características morfológicas das mudas e quanto maior o seu valor, melhor será o padrão de qualidade das mudas (GOMES e PAIVA, 2004). Os tratamentos formulados com CAC proporcionaram as maiores médias com exceção do tratamento T1 (80% LE + 20% CAC) e não diferindo do tratamento T7 (40% LE + 60% CAN). Para o referido trabalho, os valores de IQD indicados, ou seja, as maiores médias indicando boa qualidade das mudas são as correspondentes aos tratamentos T2 (60% LE + 40% CAC); T3 (40% LE + 60% CAC); T4 20% (LE + 80% CAC); T7 (40% LE + 60% CAN).

No presente estudo, o substrato comercial proporcionou a menor média de IQD para as mudas produzidas com este substrato. De forma semelhante ao presente estudo Caldeira et al (2013), utilizando lodo de esgoto, casca de



arroz carbonizada, palha de café *in natura* e substrato comercial na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip. verificaram que o substrato comercial proporcionou a menor média para o IQD das mudas produzidas.

Vários estudos na literatura mostram que a relação altura/diâmetro do coleto e o IQD é uma característica variável (SAIDELLES et al., 2009; TRAZZI et al., 2010; KRATZ et al., 2012a; TRAZZI et al., 2012b; GOMES et al., 2013). Neste sentido, pode-se inferir que as características em questão podem variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente e, principalmente, de acordo com a idade em que a muda foi avaliada (CALDEIRA et al., 2012b). Como se trata de uma característica muito variável, muitas vezes é inviabilizada a comparação com resultados de outros estudos.

No que diz respeito aos valores de MSPA (Tabela 3), as maiores produções foram obtidas em plantas sob os tratamentos T2 (60% LE + 40% CAC); T3 (40% LE + 60% CAC), T4 (20% LE + 80% CAC) e T5 (80% LE + 20% CAN). Os substratos formulados com CAC foram mais eficientes para esta característica possivelmente pelo fato de que à medida que

aumentou a proporção de CAC nos substratos aumentou também o teor de matéria orgânica, P, K e Mg (Tabela 2) o que pode ter efeito em decorrência da carbonização, bem como do tempo de carbonização, que pode refletir em maior mineralização dos seus constituintes. No que se refere à MSR, os tratamentos formulados com casca de arroz carbonizada, com exceção do T4 20% LE + 80% CAC indicam que proporções superiores a 60% de CAC são prejudiciais ao crescimento das raízes das mudas de angico-vermelho. O tratamento T7 (40% LE + 60% CAN) não diferiu estatisticamente dos tratamentos T1, T2 e T3.

Ao oposto, Saidelles et al. (2009), observaram diminuição no peso de matéria seca da parte aérea e raiz quando se utilizaram maiores proporções de CAC para produção de mudas de *Apuleia leiocarpa*, em função da sua quantidade adicionada ao solo.

Em relação a MST (Tabela 3) os tratamentos formulados com CAC resultaram em maiores médias para esta característica, com exceção do tratamento T1 (80% LE + 20% CAC). Esses tratamentos de forma geral apresentam maiores teores de Ca, Mg, MO e CTC (Tabela 2) o que pode estar relacionado com as maiores médias observadas para a MST.

Tabela 3 – Médias da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), e relação massa seca da parte aérea/massa seca da raiz (MSPA/MSR) de mudas de *Parapiptadenia rigida* produzidas em substratos compostos por lodo de esgoto (LE), casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz *in natura* (CAN).

Table 3 – Means of Shoot Dry Matter (MSDM), Root Dry Matter (RDM), Total Dry Matter (TDM), and ratio of shoot dry matter/root dry mass (MSDM/RDM) of *Parapiptadenia rigida* seedlings produced in substrates consisting of sewage sludge (SS), carbonized rice hulls (CRH) and *in natura* rice hulls (NRH).

Tratamentos	MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR
	g planta ⁻¹			
T1 80% LE + 20% CAC	2,317 b	1,974 a	4,291 b	1,233 a
T2 60% LE + 40% CAC	4,819 a	1,757 a	6,576 a	3,151 a
T3 40% LE + 60% CAC	5,315 a	1,894 a	7,207 a	2,939 a
T4 20% LE + 80% CAC	5,575 a	1,439 b	7,014 a	4,330 a
T5 80% LE + 20% CAN	4,059 a	1,112 c	5,170 b	6,371 a
T6 60% LE + 40% CAN	3,048 b	1,301 b	4,351 b	2,562 a
T7 40% LE + 60% CAN	3,413 b	1,689 a	5,101 b	2,059 a
T8 20% LE + 80% CAN	2,183 b	1,022 c	3,204 c	3,679 a
T9 100% SC	0,326 c	0,285 d	0,609 d	1,173 a

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott (p>0,05).



A MSPA/MSR (Tabela 3) não apresentou resultados significativos ($p>0,05$) de acordo com a análise de variância. Corroborando com o presente trabalho, Caldeira et al. (2012a) que testaram a eficiência da aplicação de lodo de esgoto, terra de subsolo e substrato comercial na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioveana*) também não encontraram diferenças significativas para esta característica.

Quando se compara apenas os tratamentos formulados com CAC, a utilização da maior e da menor proporção dos componentes dos substratos (LE/CAC), ou seja, 20% e 80% dos mesmos apresentaram diferenças estatísticas entre as médias das características de crescimento, podendo inferir que os tratamentos formulados com proporções de 40 a 60 % de CAC são mais favoráveis as características de crescimento das mudas de *P. rigida*.

Em se tratando da CAN o mesmo não pode ser observado, devido a grande variação entre os substratos formulados em que o tratamento T7 (40% LE + 60%) CAN obteve as maiores médias para esse resíduo, o que pode ser relevante na escolha do resíduo que irá compor o substrato.

Conclusões

O substrato composto por 60% LE + 40% CAC (T2), apresentou as maiores médias para as características: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, massa seca total, relação altura/diâmetro do coleto, relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz e Índice de Qualidade de Dickson.

A utilização de casca de arroz carbonizada na constituição do substrato em geral proporcionou maiores médias das características de crescimento das mudas de *P. rigida*, dando destaque para o tratamento 60% LE + 40% CAC (T2) que proporcionou as maiores médias para todas as características avaliadas.

O substrato composto por 40% LE + 60% CAN (T7) foi o melhor entre os substratos

compostos com CAN, apresentando as maiores médias das características de crescimento: altura da parte aérea, massa seca do sistema radicular, relação altura/diâmetro do coleto, relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz e Índice de Qualidade de Dickson.

O substrato comercial (SC) apresentou as menores médias para as características: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, massa seca total, relação altura/diâmetro do coleto e Índice de Qualidade de Dickson.

Referências

- CALDEIRA, M. V. W. et al. Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioveana*). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 15-22, 2012a.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. australis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, p. 1009-1017, 2012b.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ/SPI, 1994. 640p.
- CARVALHO, P. C. T.; BARRAL, M. F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. **Fertilizantes**, São Paulo, v.3, n2, p. 1-4, 1981.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

GOMES, D. R. et al. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L.. **Cerne**, Lavras, v. 19, p. 123-131, 2013.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: Editora UFV, 2004. p. 116 (Caderno didático, 72).

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. IN: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. p. 309-350.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; PIRES, P. P. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii* em substratos a base de casca de arroz carbonizada. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, p. 547-556, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2000. 368p

MAIA, A. R.; LOPES, J. C.; TEIXEIRA, C. O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 678-684, 2007.

NEVES, J. M. G., SILVA, H. P., DUARTE, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 173-177, 2010.

R Core Team (2012). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2012 Disponível em: <http://www.r-project.org/> Acesso em 05 jan. 2013

SAIDELLES, F. L. F. et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, p. 173-1186, 2009.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 637-644, 2010.

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 149-155, 2004.

SOBRINHO, S. P. et al. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 2, p. 238-243, 2010.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBI, R. Avaliação de mudas de *Tecoma stans* utilizando biossólido e resíduo orgânico. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 85, p. 128-226, 2010.

TRAZZI, P. A. et al. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 96 p. 455-462, 2012a.

TRAZZI, P. A. et al. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 3, p. 621-630, 2012b.

