



## PRODUÇÃO DE MUDAS DE JUÇARA COM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E LODO DE ESGOTO COMPOSTADOS

F. A. De Melo Silva\*; I. V. De Souza; J. A. Zanon; G. M. Nunes;  
R. B. Da Silva; S. Ferrari

UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus Experimental de Registro, São Paulo, Brasil

Article history: Received 01 April 2015; Received in revised form 04 June 2015; Accepted 09 June 2015; Available online 30 June 2015.

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o uso de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos da agroindústria do palmito pupunha e lodo de esgoto com diferentes níveis de fertilizante como substrato para produção de mudas de juçara (*Euterpe edulis* Martius). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 3 x 4, sendo os tratamentos: substratos à base de lodo de esgoto e resíduos da agroindústria da palmeira pupunha (3 níveis: Biossólido + Casca de pupunha em proporções de 1:1, 1:2, 1:3 em volume) e doses de fertilizante granulado (4 níveis: 0; 2,0; 4,0 e 6,0 g dm<sup>-3</sup>) além de um substrato comercial, caracterizado como tratamento adicional porém, sem propósito de análise estatística, com quatro repetições, sendo caracterizadas como parcela útil, o total de dez plantas. Foram medidos: diâmetro de colo, altura das plantas, altura de planta/diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz, índice de qualidade de Dickson (IQD), nutrientes na parte aérea e qualidade do torrão. O uso de biossólido e casca de pupunha apresenta viabilidade como substrato na produção de mudas de juçara. Os três substratos testados podem ser utilizados para a produção de mudas de juçara sem a adição de fertilizante granulado.

**Palavras-chave:** Biossólido, substrato, *E. edulis* Martius.

### JUÇARA SEEDLING PRODUCTION WITH AGROINDUSTRY WASTES AND COMPOSTED SEWAGE SLUDGE

#### ABSTRACT

The present work evaluated the use of organic compounds produced from agroindustry residues of palm heart and sewage sludge with different levels of fertilizer as a substrate for production juçara seedlings (*Euterpe edulis* Martius). The experimental design was a 3x4 entirely randomized factorial scheme. The treatments were sewage sludge based substrates and palm hearth agroindustry waste (three levels: biosolid + palm hearth in 1:1, 1:2 and 1:3 volume proportions) and granular fertilizer doses (four levels: 0, 2.0, 4.0 and 6.0 g dm<sup>-3</sup>), with four replications, being used as useful plot the amount of ten plants. A commercial substrate was used as additional treatment The measured variables were: stem diameter, plant height, plant height/stem diameter, shoot dry weight, root dry weight, Dickson's Quality Index, nutrients in the shoot and quality of the root ball. The use of biosolids and palm hearth as substrate was viable in the production of juçara seedlings. The tested substrates may be used for the production of juçara seedlings without the addition of granulated fertilizer.

**Keywords:** Biosolid, substrate, *E. Edulis* Martius

\* [alcivania@registro.unesp.br](mailto:alcivania@registro.unesp.br)

## INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto, misturado a resíduos estruturantes, estabilizado e desinfetado, através do processo de compostagem, pode ser utilizado como substrato para mudas de essências florestais. Além do benefício ambiental, o uso do lodo de esgoto no substrato pode aumentar a capacidade de retenção hídrica, fornecer macro e micronutrientes às mudas, permite economia na adubação, podendo ser uma alternativa menos onerosa que os substratos comerciais, ou outros componentes (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003; FAUSTINO et al., 2005; CUNHA et al., 2006; NOBREGA et al., 2007; SCHEER et al., 2010).

Para a escolha de um substrato, devem-se observar suas características físicas e químicas, a espécie a ser plantada, além dos aspectos econômicos, como: custo e disponibilidade (FONSECA et al., 2002).

Scheer et al. (2010), avaliaram o crescimento de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) (gurucaia) em substratos à base de lodo de esgoto comparando com o substrato comercial. Verificou-se que as mudas cresceram mais quando cultivadas em substratos à base de lodo de esgoto, do que quando cultivadas em substrato comercial (à base de casca de *Pinus* compostada e vermiculita). Trigueiro e Guerrini (2003) avaliando a viabilidade do uso do biossólido como componente de substrato para produção de mudas de eucalipto verificou-se que a proporção de 40 a 50 % do biossólido em mistura com casca de arroz carbonizada é melhor para o desenvolvimento das mudas, e que os resultados de crescimento destas, foram semelhantes às mudas cultivadas com substrato comercial.

*O Euterpe edulis* Martius, também conhecido como palmito branco, palmito verde, palmito doce e juçara, apresenta larga distribuição pelo País, do sul da Bahia, até o norte do Rio Grande do Sul (MACEDO et al., 1978), de ocorrência natural na Floresta Tropical Atlântica do Brasil. Por apresentar um estipe muito reto,

leve e resistente, pode ser empregada em construções rurais, como ripas, caibros, escoras de andaimes e calhas para condução de água (LORENZI, 1992). Comberg e Bovi (1992) indicam a utilização da espécie na recuperação de áreas degradadas pela mineração, justificando-se por sua grande rusticidade, valor econômico, capacidade de adaptação, densidade de cobertura que propicia efeito estético, paisagístico e ainda alimento para a fauna.

No entanto, a exploração indiscriminada dos palmiteiros em matas nativas, para o consumo dessa iguaria (palmito, porção comestível) reduz a densidade de populações naturais, sobretudo nas Regiões Sul e Sudeste do País.

Estudos de exigências nutricionais têm sido realizados no intuito de resolver um dos grandes problemas na elaboração de programas de plantios florestais, sobretudo em árvores nativas. O palmiteiro se situa entre as espécies nativas, das quais, ainda não se encontram informações completas sobre as suas exigências nutricionais. Porém, sabe-se da elevada demanda por nutrientes apresentada por palmeiras, tanto na fase de crescimento vegetativo quanto na fase reprodutiva (HARTLEY, 1997; BOVI e CANTARELLA, 1996; TINKER, 1982 *apud* BOVI et al., 2002).

Deficiências minerais e distúrbios de crescimento em espécies tropicais e subtropicais usadas em reflorestamentos são comuns (DRESCHER e ZECH, 1991), tendo em vista que, muitas vezes, a produção de plantas jovens é feita utilizando-se subsolo como substrato, cuja fertilidade natural é extremamente baixa.

No Vale do Ribeira, estudos associando usos alternativos para o lodo de esgoto gerados nas estações de tratamento e resíduos agroindustriais, como a composição de substratos, se apresentam relevantes devido à crescente demanda por mudas de espécies nativas e exóticas com qualidade e baixo custo. Silva et al. (2012)

avaliando a compostagem de resíduos da agroindústria do palmito e lodo de esgoto em diferentes proporções verificaram a viabilidade do processo e sugeriram perspectivas do uso desses materiais como substrato para a produção de mudas de essências florestais como forma de reciclagem, aproveitamento e disposição final desses dois resíduos. Para a validação desses “novos” substratos, no entanto são necessários testes com mudas de diferentes espécies, bem como das possíveis

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro de mudas da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Registro – São Paulo – Brasil, localizado no município de Registro, possuindo clima tropical úmido Af com transição para Cfa, sem estação seca definida, no período de agosto a novembro de 2012.

Os substratos utilizados no experimento foram obtidos a partir de lodo de esgoto doado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP - Estação de Tratamento da Ilha Comprida – SP e cascas (bainha externa) da palmeira pupunha (*Bactris gasipae* Kunth), resíduo obtido da industrialização do palmito (cascas de pupunha trituradas). As seguintes misturas foram submetidas ao processo de compostagem: Biossólido + Casca de pupunha (1:1 v:v) (SI); Biossólido + Casca de pupunha (1:2 v:v) (SII); Biossólido + Casca de Pupunha (1:3 v:v) (SIII). Essas misturas passaram por processo de compostagem por 120 dias. Após esse

formulações dos componentes (resíduos da agroindústria do palmito e lodo de esgoto).

Baseado no exposto e na importância da destinação ambientalmente segura e economicamente viável desses resíduos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos da agroindústria do palmito e biossólido, com diferentes níveis de fertilizante granulado como substrato para produção de mudas de juçara (*E. edulis* Mart.)

processo, os materiais, devidamente estabilizados, passaram a serem considerados substratos potenciais, denominados SI, SII e SIII.

Após o processo de compostagem, foram realizadas as caracterizações químicas dos substratos avaliados (Tabela 1), bem como do substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita.

A determinação dos elementos arsênio, cádmio, cromo, cobre, mercúrio, níquel, chumbo, selênio e zinco nas amostras foi feita pelos métodos 3050 e 3051 (U.S. EPA, 1998). A determinação de pH, umidade, teores totais de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e sódio (Na) foi feita utilizando os procedimentos adotados pelo Manual de Métodos de Análises da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997), no Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista - UNESP.

**Tabela 1.** Caracterização química dos substratos utilizados no experimento

Determinações	SI	SII	SIII	Substrato Comercial	Limites Máximos*
pH	5,8	6,0	6,1	5,2	-
CE	1,0	1,0	1,2	0,9	-
Relação C/N	11/1	10/1	11/1	42/1	-
Nitrogênio (%)	1,16	1,25	1,33	0,82	-
Fósforo (%)	1,01	1,01	0,9	1,3	-
Potássio (%)	0,24	0,34	0,58	0,21	-
Cálcio (%)	0,75	0,84	0,51	0,35	-
Magnésio (%)	0,75	0,84	0,52	0,32	-
Enxofre (%)	0,19	0,2	0,26	0,12	-
CTC (mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	405	430	480	175	-
Sódio (mg kg <sup>-1</sup> )	285	280	307	-	-
Cobre (mg kg <sup>-1</sup> )	31	34	31	0,8	-
Ferro (mg kg <sup>-1</sup> )	61275	63560	57568	87,0	-
Manganês (mg kg <sup>-1</sup> )	2166	2324	1799	4,7	-
Zinco (mg kg <sup>-1</sup> )	164	134	118	30,0	-
Arsênio (mg kg <sup>-1</sup> )	12,6	13,4	9,6	ND	41
Cádmio (mg kg <sup>-1</sup> )	15,19	13,25	ND	ND	39
Chumbo (mg kg <sup>-1</sup> )	16,05	12,65	12,7	ND	300
Cromo (mg kg <sup>-1</sup> )	16,5	12,6	12,3	ND	-
Mercúrio (mg kg <sup>-1</sup> )	0,22	0,24	0,12	ND	17
Níquel (mg kg <sup>-1</sup> )	ND	ND	ND	ND	420
Selênio (mg kg <sup>-1</sup> )	ND	ND	ND	ND	100

ND : Não detectado \*\* Limites máximos permitidos pelo CONAMA nº 375/2006 (BRASIL, 2006). SI: Biossólido + Casca de pupunha (1:1 v:v) - SII: Biossólido + Casca de pupunha (1:2 v:v) - SIII: Biossólido + Casca de Pupunha (1:3 v:v).

O delineamento e arranjo experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 3 x 4, sendo 3 substratos à base de biossólido e casca de pupunha e 4 doses (0; 2,0; 4,0 e 6,0 g/dm<sup>3</sup>) de fertilizante granulado (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O; 15-9-12), e uma testemunha (tratamento adicional) utilizando substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita e fertilizante granulado (2,0 g L de substrato), totalizando 13 tratamentos. Cada tratamento foi avaliado com quatro repetições, cada uma representada por vinte unidades, sendo utilizadas para as avaliações 10 mudas, contabilizando 40 unidades por tratamento, destinadas às avaliações morfológicas.

As mudas de juçara (*Euterpe edulis Martius*) foram formadas a partir de sementes coletadas no Vale do Ribeira. Os recipientes usados para a produção das

mudas foram tubetes cilindro-cônicos de polietileno com 110 ml. Na instalação do experimento, os substratos foram peneirados em malha 3 mm.

Em cada tubete foi colocada uma semente pré-germinada, sendo esta coberta pelo respectivo substrato. Durante a condução do experimento, mantiveram-se irrigações diariamente, variando-se de duas a três vezes ao dia durante 4 minutos, dependendo das condições de temperatura e umidade. As mudas foram mantidas em viveiro com cobertura de sombrite com 50 % de luminosidade.

Aos 150 dias após a germinação foram feitas medições de altura da parte aérea utilizando régua graduada em cm. O diâmetro do colo foi medido utilizando paquímetro digital de precisão. Após as medições, todas as plantas foram cortadas na base do caule, sendo dispostas em embalagens de papel, submetidas à

secagem em estufa a 60 °C por 72 horas e pesadas, compondo a massa seca da parte aérea (MSPA). As raízes foram separadas e lavadas, dispostas em sacos de papel, secas em estufa à 60°C por 72 horas e pesadas, compondo a massa seca de raiz (MSR). A MSPA foi enviada para análise química (N, P, K, Ca, Mg e S) segundo metodologia proposta por Malavolta *et al.* (1997).

Para a avaliação da qualidade do torrão formado foi utilizada metodologia proposta por Padovani (2006), sendo avaliadas 10 plantas por tratamento e observados dois aspectos: extração do tubete (facilidade de retirada da muda de seu respectivo tubete (nota ruim igual a 1,0, médio igual a 3,0 e bom igual a 5,0), firmeza do torrão (capacidade deste

permanecer intacto nas operações de transporte e plantio) com atribuição de notas, tal qual feito para avaliar a qualidade.

Posteriormente foram realizadas análises de variância e testes de Scott Knott (5% de probabilidade) para análises qualitativas (diferentes substratos), utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003). O substrato comercial não foi incluído na análise de variância. Para as avaliações de extração e firmeza do torrão não foram realizadas análises estatísticas. Regressões polinomiais foram realizadas para as variáveis quantitativas com o intuito de analisar o efeito dos diferentes níveis de fertilizante sobre o crescimento das variáveis medidas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo dos diferentes substratos, bem como das doses de fertilizante granulado testadas sobre a altura de mudas de juçara aos 150 dias após a germinação. O uso dos substratos SII e SIII resultou, em média, em alturas superiores ao substrato SI. Tais resultados podem ser atribuídos aos maiores percentuais de nitrogênio (N) nos substratos SII e SIII (Tabela 1). A resposta positiva das palmeiras a níveis crescentes de N, é esperada, visto ser um elemento essencial ao crescimento vegetativo dessas plantas, largamente utilizado na síntese protéica, constituindo-se ainda em parte da molécula da clorofila (Secretaria & Maravilla, 1997).

Na dose de 0 g dm<sup>-3</sup> de fertilizante granulado, usada para verificar se o composto tem condição de atender às necessidades da muda sem a necessidade de adubação, não foi verificada diferença significativa entre os substratos na altura de mudas de juçara, mas esses valores foram até 70% maiores que aqueles obtidos com o uso do substrato comercial. Embora não seja mencionado na literatura um “padrão” para expedição de mudas dessa espécie, costuma-se realizar sua comercialização com 30 à 40 cm de altura

e 5 mm de diâmetro do coleto, sendo o tempo necessário para alcançar esses índices de 6 a 8 meses. Aos 150 dias as mudas ainda não se encontravam nesta faixa de altura mais aceita comercialmente. Molina e Botrel (2009) avaliando a germinação e o desenvolvimento de mudas de juçara em diferentes substratos observaram alturas máximas de 12,4 cm aos 204 dias após a emergência. Assim, mediante os resultados obtidos aos 150 dias após a germinação (até 70% maiores), reitera-se o efeito positivo da mistura dos componentes do lodo de esgoto e resíduos da agroindústria do palmito na perspectiva de redução do tempo de produção de mudas dessa espécie.

Foram observados decréscimos na altura das mudas, refletidos em equações quadráticas com ponto de mínimo, acompanhando o aumento das doses do fertilizante granulado para os três substratos testados.

Não houve interação entre substrato e doses do fertilizante, nem entre os substratos para o diâmetro do coleto (Tabela 2) aos 150 dias após a emergência. Fleig e Rego (1998), em estudo que avaliou a influência do tamanho dos frutos na germinação de sementes de juçara,

produziram mudas com diâmetro máximo do coleto de 3,9 mm aos 150 dias após a emergência. Os maiores valores encontrados no presente estudo reiteram a influência positiva do uso dos lodos na composição de substratos. Esse comportamento também foi verificado por Scheer et al. (2012), avaliando doses de lodo de esgoto e fertilizantes granulados em mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, sendo atribuído às consideráveis concentrações de nutrientes encontradas nos lodos.

O valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do coleto (H/D) exprime o equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice, a relação altura de planta/diâmetro do coleto (Carneiro, 1995), também denominado de quociente de robustez. Este índice é considerado preciso, pois fornece informações de quanto delgada está a muda. De modo geral, é esperado que

mudas de palmeiras apresentem maiores incrementos no desenvolvimento em diâmetro, do que em altura, o que ocorreu nesse experimento. A exemplo da variável altura foram superiores para a relação H/D, na média, os substratos SII e SIII. A dose 0 do fertilizante granulado proporcionou os melhores valores de H/D, refletidos pelo ajuste quadrático das equações, com ponto de mínimo. Para a altura e relação H/D, nota-se um pior desempenho na presença de adubação mineral, o que pode ser explicado por uma possível toxidez causada pelo aumento da salinidade no meio, em consequência do uso desses fertilizantes. Meerow e Broschat (1996), ponderam que, apesar de os adubos químicos de formula NPK possuírem alta porcentagem de nitrogênio, essencial na fase de mudas, esse tipo de adubação não deva ser utilizado para palmeiras em vasos, pois a salinidade pode causar injúrias às raízes, reduzindo o crescimento das plantas.

**Tabela 2.** Altura (H, em cm), diâmetro (D, em mm) e relação H/D de mudas de juçara, em 4 tipos de substratos e 4 doses de fertilizante aos 150 dias após a germinação

D.F. (g.dm <sup>-3</sup> )	H			D			H/D		
	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
0	20,4A	21,7A	21,0A	6,0	6,1	6,5	3,3A	3,5A	3,2A
2	16,5A	15,4A	18,1A	6,0	6,1	5,9	2,7B	2,5B	3,1A
4	12,9B	18,1A	16,2A	6,1	6,5	5,8	2,1B	2,7A	2,8A
6	15,7A	17,5A	16,6A	5,6	6,3	5,4	2,0C	2,7B	3,1A
Média	16,3B	18,2A	18,0A	5,9	6,2	5,9	2,7B	2,9A	3,0A
Substrato									
Comercial	12,7			5,2			2,5		
F	*			ns			*		
Regressão	Q <sup>R2=0,93**</sup>	Q <sup>R2=0,63**</sup>	Q <sup>R2=0,80*</sup>	ns	ns	ns	Q <sup>R2=0,89**</sup>	Q <sup>R2=0,79*</sup>	Q <sup>R2=0,80**</sup>

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (comparando substratos) não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (P<0,05). D.F.: doses de fertilizante, ns: não significativo;

\*:significativo (P<0,05). \*\*:significativo (P<0,01) Q: Regressão Quadrática.

A massa seca da parte aérea (MSPA), segundo Gomes e Paiva (2006), indica a rusticidade de uma muda, sendo que os maiores valores representam mudas mais lignificadas e rústicas, tendo maior aproveitamento em ambientes com condições adversas. O uso dos três

substratos testados proporcionou incrementos de 34 a 100 % na MSPA das mudas de *E. edulis* quando comparados àqueles onde foi utilizado o substrato comercial. Resultados semelhantes foram encontrados por Delarmelina et al. (2014) comparando substrato comercial e mistura

de doses de lodo de esgoto e fibra de coco na produção de mudas de *Sesbania virgata*. O uso dos substratos SI e SIII resultou em decréscimos lineares da MSPA (Tabela 3), sendo que os melhores resultados, no geral foram verificados onde não houve adição do fertilizante granulado, sendo ajustados a equações lineares decrescentes para o SI e SIII. Rocha *et al.* (2013) e Peroni (2012) avaliando diferentes proporções de lodo de esgoto e casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de eucalipto obtiveram melhores resultados quando foram utilizadas proporções de lodo acima de 40%. Nesse estudo observou-se que nas três proporções de lodo de esgoto e casca de pupunha testadas, não houve diferença entre os valores de MSPA, a exceção da dose 4,0 g dm<sup>-3</sup> quando utilizado o substrato SI. Cabe

ressaltar que os substratos utilizados no presente estudo foram previamente compostados e que, embora não apresentassem concentrações de nutrientes altas no momento do plantio das mudas.

Para a matéria seca de raiz (MSR), não foi observada diferença significativa entre os substratos, na média, nem interação entre doses do fertilizante e os substratos avaliados. As mudas produzidas com o substrato comercial apresentaram massa seca de raiz 50 a 125% menores que aquelas onde foram utilizados diferentes proporções de lodo de esgoto e fertilizante granulado. Apesar de discretas, as reduções na MSR podem ser reflexo da salinidade causada pelo incremento nas doses do fertilizante granulado.

**Tabela 3.** Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de juçara aos 150 dias após a germinação

D.F. (g.dm <sup>-3</sup> )	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
	MSPA (g)			MSR (g)			IQD		
0	1,2A	1,1A	1,3A	0,8	0,8	0,9	0,4	0,4	0,5
2	1,2A	0,9A	1,1A	0,8	0,7	0,8	0,5	0,4	0,4
4	0,9B	1,2A	1,1A	0,6	0,7	0,9	0,4	0,4	0,5
6	0,8A	0,8A	0,8A	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3
Média	1,0A	1,0A	1,1A	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4
Substrato									
Comercial	0,6			0,4			0,3		
F	*			ns			ns		
Regressão	L R <sup>2</sup> =0,71*	ns	L R <sup>2</sup> =0,86**	ns			ns		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (comparado substratos) não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (P<0,05). D.F.: doses de fertilizante, ns: não significativo; \*:significativo (P<0,05). L: Regressão linear; Q: Regressão Quadrática.

Trigueiro e Guerrini (2003) verificaram redução na massa seca de mudas de eucalipto quando foram aumentadas as proporções de biofósforo/casca de arroz nos substratos, sendo esses valores inferiores aos obtidos com o uso de substrato comercial. Avaliando diferentes doses de fósforo na produção de mudas de juçara, Lima et al. (2008) encontraram valores máximos de

0,8 g de MSR por planta considerada bem desenvolvida e nutrida aos 12 meses após a semeadura. Comparando-se esses valores com os da Tabela 3, verifica-se o bom desenvolvimento do sistema radicular dessas mudas utilizando os substratos testados.

Os teores de nitrogênio encontrados na parte aérea das mudas de juçara foram estatisticamente diferentes, variando entre

substratos avaliados (Tabela 4), sendo o SI superior aos demais. Haag et al. (1992), em estudos de necessidades nutricionais de *E. oleracea* consideraram adequados os seguintes teores de macronutrientes: 19,5 g kg<sup>-1</sup> de N, 1,4 g kg<sup>-1</sup> de P, 10,6 g kg<sup>-1</sup> de K, 6,9 g kg<sup>-1</sup> de Ca, 2,6 g kg<sup>-1</sup> de Mg e 3 g kg<sup>-1</sup> de S. Os teores de N apresentaram comportamento linear, com aumentos progressivos para o substrato SI. Esse substrato contém maiores quantidades de lodo de esgoto proporcionalmente e, por consequência é mais rico em nitrogênio. Não houve significância de F no desdobramento de doses de fertilizante nos substratos SII e SIII. Comparando-se os teores de N obtidos nesse trabalho com os considerados adequados por Haag et al. (1992), observou-se que todos os tratamentos apresentaram níveis desse elemento abaixo do recomendado para mudas, o que pode ser explicado pela elevada exigência em nitrogênio das mudas de palmeira em sua fase inicial de

crescimento. Não foram verificados no decorrer do experimento, sintomas de carência de nitrogênio nas plantas. SCHEER et al. (2010) e ROCHA et al. (2013) afirmam que compostos obtidos a partir de lodo de esgoto e resíduos como casca de arroz e poda de árvores, podem ser utilizados puros (sem adição de fertilizantes), suprimindo as necessidades nutricionais de mudas. Esses resultados, no entanto, podem variar com as diferentes espécies utilizadas. Os teores de N encontrados nos lodos de esgoto, bem como nos compostos obtidos com as misturas desse material com outros resíduos não asseguram uma maior disponibilidade para as mudas nos primeiros estágios de crescimento, uma vez que esse elemento pode ser mineralizado ao longo do tempo, o que para espécies de rápido crescimento e/ou elevada exigência nutricional pode representar deficiências nutricionais.

**Tabela 4.** Teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) na parte aérea mudas de Juçara aos 150 dias após a germinação

D.F. (g.dm <sup>-3</sup> )	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
	N			P			K		
	(g.kg <sup>-1</sup> )								
0	11,1A	11,6A	10,8A	1,3	1,2	1,2	9,0B	10,5A	10,4A
2	11,4A	11,6A	10,3B	1,3	1,3	1,3	10,2A	9,5A	8,7B
4	12,4A	11,4B	10,6B	1,2	1,4	1,3	10,6A	9,2A	8,4B
6	14,3A	11,1B	9,2C	1,3	1,3	1,3	10,3A	8,7B	7,4C
Médias	11,9A	11,1B	10,2C	1,3	1,2	1,2	9,9A	7,8B	8,2B
Substrato									
Comercial		9,5			1,2			12,1	
F		*			ns			*	
CV%		5,2			4,7			8,6	
Regressão									
	L R2=0,93**	ns	ns	ns	ns	ns	L R2=0,73**	L R2=0,91**	L R2=0,94*

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (comparando substratos) não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (P<0,05). D.F.: doses de fertilizante, ns: não significativo; \*\*:significativo (P<0,01). L: Regressão linear.

Não foi verificada diferença significativa entre os teores de fósforo (P) observados no presente estudo. Em comparação com os teores considerados

adequados por Haag et al (1992), todos os tratamentos proporcionaram níveis adequados de P nos tecidos foliares. Lima et al (2008), avaliando diferentes doses de



de fósforo na produção de mudas de *E. edulis*, encontraram valores semelhantes aos encontrados no presente estudo. Zamora (1984) avaliando doses de fósforo e potássio no cultivo de pupunha (*B. gasipaes* K) verificou que as aplicações desses nutrientes não tiveram efeito sobre a produção.

Para o potássio (Tabela 5), foram observados decréscimos lineares nos teores foliares para todos os substratos avaliados. As reduções mais expressivas

foram observadas nos substratos SII e SIII, mais ricos em K por serem formulados a partir de maiores proporções de cascas de pupunha, o que somado ao efeito do fertilizante granulado, pode ter produzido ambiente salino próximo ao sistema radicular, prejudicando a absorção do nutriente pela planta.

Os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea de mudas de juçara aos 150 dias após a germinação são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Teores de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) na parte aérea de mudas de juçara aos 150 dias após a germinação

D.F. (g.dm <sup>-3</sup> )	Ca			Mg			S		
	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
0	7,3A	7,3A	7,7A	2,5	2,2	2,5	2,2	2,2	2,4
2	7,2B	7,2B	7,9A	2,0	2,5	2,6	2,3	2,1	2,4
4	7,6B	7,6B	8,6A	2,5	2,5	2,6	2,3	2,5	2,3
6	7,1B	7,1B	8,5A	2,2	2,5	2,9	2,4	2,3	2,0
Média	7,3B	7,3B	8,2A	2,2	2,4	2,6	2,2	2,2	2,3
Substrato									
Comercial	7,3			3,5			2,4		
F	*			ns			ns		
Regressão	ns	ns	L R <sup>2</sup> =0,89**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (comparando substratos) não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (P<0,05). D.F.: doses de fertilizante, ns: não significativo; \*\*:significativo (P<0,01). L: Regressão linear.

Os teores foliares de Ca, Mg e S situaram-se dentro da faixa considerada adequada por Haag et al (1992).

A sequência dos teores de macronutrientes na biomassa da parte aérea foi: N > K > Ca > Mg > S > P (Tabela 4 e 5). Esses teores diferem dos citados em outros trabalhos na literatura para mudas de palmeiras (HAAG et al 1992; LIMA et al 2008), que seria N > Ca > K > Mg > P > S. Os maiores teores de K encontrados nas cascas de pupunha utilizadas como resíduo estruturante na compostagem do lodo de esgoto, podem explicar esse comportamento diferenciado.

Avaliando os substratos obtidos à base de lodo de esgoto e cascas de pupunha, infere-se que, do ponto de vista

da capacidade de fornecimento de nutrientes às mudas de juçara, esses foram capazes de fornecer potássio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre em quantidades necessárias ao crescimento inicial dessa espécie. Atenção especial deve ser dada à adubação nitrogenada, que poderia ser suplementada via foliar.

Não foram verificados, durante a fase de viveiro sintomas de toxidez ou deficiência de quaisquer nutrientes, bem como incidência de doenças ou pragas.

Embora parâmetros como altura, diâmetro do colo, MSPA, MSR e as relações entre estes sejam os mais utilizados para a avaliação da qualidade da muda e desenvolvimento no campo, quando utilizam-se recipientes (tubetes), a

avaliação da qualidade do torrão, por fornecer indícios sobre a qualidade do sistema radicular assume grande importância. A qualidade do torrão (Tabela 6) foi afetada pela composição dos substratos (proporções de lodo de esgoto e casca de pupunha utilizados).

A facilidade de retirada da muda do tubete está relacionada à agilidade no momento da expedição, aliada ao fato de que mudas produzidas em substratos difíceis de serem retirados podem ocasionar a desintegração do torrão (WENDLING et al., 2007). Ao se referir à agregação, deve-se optar por torrões com

alta agregação, a fim de evitar o seu rompimento, ocasionando exposição das raízes, causando ressecamento e dificultando a sobrevivência das mudas (WENDLING; DELGADO, 2008).

A facilidade de extração do torrão foi afetada pela quantidade de resíduo de pupunha presente no substrato. Esses resultados diferem dos encontrados por Trigueiro e Guerrini (2003), onde foram comparados substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada e foi observado que o aumento na concentração de biossólido prejudicou o enraizamento das mudas de *E. grandis*.

**Tabela 6.** Qualidade do torrão de mudas de juçara aos 150 dias após a germinação

D.F. (g.dm <sup>-3</sup> )	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
	Extração			Estabilidade (Firmeza)		
0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
2	3,0	3,0	1,0	3,0	3,0	1,0
4	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0
6	3,0	1,0	3,0	3,0	1,0	1,0
Substrato Comercial	2,0			2,0		

A estabilidade (firmeza) do torrão também apresentou resposta diferente entre os materiais testados. Não houve variação entre as notas no Substrato SI, sendo para todas as doses atribuída nota média, ou seja, houve boa agregação do sistema radicular ao substrato. O mesmo comportamento foi verificado para o substrato SII, a exceção da dose 6,0 g.dm<sup>-3</sup> do fertilizante granulado. Na ausência do

fertilizante granulado, as notas para todos os substratos foram mais altas que aquelas obtidas quando do uso do substrato comercial, o que reforça a qualidade desses materiais. As piores notas, obtidas para o substrato SIII, nas doses de 2,0 a 6,0 g.dm<sup>-3</sup> denotam um sistema radicular frágil, com possibilidade de quebra na retirada do tubete e com possível prejuízo no plantio e pegamento da muda no campo.

## CONCLUSÃO

O uso de biossólido e casca de pupunha apresenta viabilidade como substrato na produção de mudas de juçara.

Os três substratos testados podem ser utilizados para a produção de mudas de juçara sem a adição de fertilizante granulado.

## REFERÊNCIAS

BETTIOL, W. e CAMARGO, O. **Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura**. EMBRAPA. Jaguariúna-SP, 2006.347p.

BOVI, M. L. A.; GODOY JUNIOR; SPIERING. S. H. Resposta de crescimento da pupunheira à adubação NPK. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, 2002.

- BOVI, M.L.A.; CANTARELLA, H. Pupunha para extração de palmito. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). *Recomendações de adubação para algumas culturas do estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p.240-242 (**Boletim Técnico, 100**).
- CARNEIRO, J. G. de A. **Métodos de produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR.- Universidade Federal do Paraná/FUPEF-Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Campos dos Goytacazes: UENF- Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995. 451 p.
- CROMBERG. V.U.; BOVI, M.L.A. Possibilidades do uso do palmito (*Euterpe edulis* Mart.) na recuperação de áreas degradadas de mineração. CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESPÉCIES NATIVAS, 2, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, 1992. p. 688-691.
- 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, p. 207-214, 2006.
- DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M.V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E., O.; ROCHA, R. L.F. Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**. V. 21(2), p.224-233. 2014.
- DRESCHER, P.; ZECH, W.; Foliar nutrient levels of broad leaved tropical trees: a tabular review. **Plant Soil**, v. 131, p. 29-46, 1991.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. p. 27-32.
- FAUSTINO, R.; KATO, M. T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato na produção de *Senna siamea*. Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 278 - 282, 2005.
- FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C.. Fundamentos do processo de compostagem aplicado ao tratamento dos biosólidos. In: **Manual prático para compostagem de biosólidos**. 1999. 84 p.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR 4.6 Sistema de Análises Estatísticas**. Lavras: UFLA, 2003.
- FLEIG, F.D.; RIGO, S.M. Influência do tamanho dos frutos do palmito *Euterpe edulis* Mart. Na germinação das sementes e crescimento das mudas. **Ciência Florestal**, v.8, n.1, p.35-41, 1998.
- FONSECA E. P.; VALÉRI S. A.; MIGLIORANZA. E.; FONSECA. NAN; COUTO L Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, p.515-523, 2002.
- GOMES, D.R.; CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; GONÇALVES, E.O.; TRAZZI, P.A.; Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Revista Cerne**, v. 19(1): p.123-131, 2013.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais (propagação assexuada)**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006.
- HAAG, H.P.; SILVA FILHO, N.L.; CARMELLO, Q.A.C. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESPÉCIES NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Unipress, 1992. v.1 p.477-479.
- HARTLEY, C.W.S. **The oil palm**. London: Longman, 2. ed., 1977. 806p.
- LIMA, L.S.H.; FRANCO, E.T.H.; SCHUMACHER, M.V. Crescimento de mudas de *Euterpe edulis* Martius em resposta a diferentes doses de fósforo. **Ciência Florestal**, v.18, n.4, p.461-70, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 357, p. 1992.

LUZ, P.B.; FOLEIS, G.R.S.; MAROSTEGA, T. N. Desenvolvimento de mudas de palmito juçara em diferentes substratos e recipientes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**.v.3, n.1,p.199-205. 2013.

MACEDO, J. H. P.; RITTERSHOFER, F.O.; DESSEWFFY, A. **A silvicultura e a indústria do palmito**. Porto Alegre: Secretaria do Estado do Rio Grande do Sul, 61p, 1978.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1997. 319 p.

MOLINA, I. R., BOTREL, M.C.G. Germinação de desenvolvimento de mudas de palmito juçara em diferentes substratos. **Agrarian**, v.2,n.3,p.115-122.2009.

NOBREGA, R. S. A.; VILAS BOAS, R. C.; NÓBREGA, J. C. A; PAULA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.2, p.239-246, 2007.

PERONI, L. **Substratos renováveis na produção de mudas de Eucalyptus grandis**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2012. 82p.

ROCHA, J. H. T.; BACKES, C; DIOGO, F. A; PASCOTTO, C.B.; BORELLI, K. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 73, p. 27-35, 2013.

SCHEER, M.B.; CARNEIRO,C.; BRESSAN, O. A.; SANTOS, K. G.Compostos de lodo de esgoto para a produção de mudas de *Anadenanthera*

colubrina (Vell.) Brenan. **Cerne**, v.18, n.4, p 613-622.2012.

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

SECRETARIA, M.I.; MARAVILLA, J.N. Response of hybrid coconut palms to application of manures and fertilizers from field-planting to full-bearing stage. Plantations, **Recherche Développement**, v.4, p.126-138, 1997.

SILVA, F. A. M. ; NUNES, G. M.; SILVA, R. B.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J. Composição de Substratos Produzidos com Lodo de Esgoto e Resíduos da Agroindústria do Palmito. In: XXX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS; 2012, Maceió. **Anais do...** Maceió: SBCS, 2012. CD –ROM.

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, L.A. Uso de biossólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.150-162, 2003.

SECCO, D.; Da Ros, C. O.; SECCO, J. K.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um latossolo vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 2, p. 407-414. 2005.

SILVA, N. M.; RAIJ, B. VAN. Fibras. In: RAIJ, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Fundação IAC, Campinas, Brasil. p. 107-111. 1997.

TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; ARAÚJO, M. A.; PINTO, J. C. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 65-71. 2004.

U.S – EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 1998. SW 846 : microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils. Disponível em: <http://www.caslab.com/EPA-Method-3051/>. Acesso em 22 set 2013.

WENDLING, I.; GUASTALA, D; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St.-Hil. **Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 209 - 220, 2007.

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. **Produção de mudas de araucária em tubetes**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 201).

ZAMORA, C. 1984. Efecto de dosis crescientes de nitrógeno, fósforo y potasio en la producción de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*). In... CONGRESO AGRONOMICO NACIONAL, 6., 1984, San José. **Anais...** San José. v.1, p.46-47, 1984.