



Produção de Mudanças de Juçara com Resíduos Agroindustriais e Lodo de Esgoto Compostados⁽¹⁾

Francisca Alcivania de Melo Silva⁽²⁾; Jair Augusto Zanon⁽³⁾; Izabella Victoriano de Souza⁽³⁾; Giovanna Margheri Nunes⁽³⁾; Reginaldo Barboza da Silva⁽²⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPESP (Proc. 2011/01581-1)

⁽²⁾ Professor Assistente Doutor – UNESP – Câmpus Experimental de Registro; Registro, SP; E-mail: alcivania@registro.unesp.br; ⁽³⁾ Alunos do Curso de Agronomia; UNESP – Câmpus Experimental de Registro.

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 granulado como substrato para produção de mudas de juçara (*Euterpe edulis* Martius). Foi utilizado 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 do palmito pupunha (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⁻³) além de um substrato comercial + adubação, com quatro repetições. Foram medidos: diâmetro de colo, altura das plantas, relação H/D, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz, índice de qualidade de Dickson (IQD) e nutrientes na parte aérea. O uso de biossólido e casca de pupunha apresenta viabilidade como substrato na produção de mudas de juçara, com vantagens sobre o substrato comercial. Os três substratos testados podem ser utilizados para a produção de mudas de juçara sem a adição de fertilizante granulado.

Termos de indexação: Biossólido, *Euterpe edulis* M, substrato.

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 desse material no substrato pode aumentar a capacidade de retenção hídrica, fornecer macro e micronutrientes às mudas, permitindo economia na adubação, e podendo ser uma alternativa menos onerosa que os substratos comerciais, ou outros componentes.

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).

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 de ocorrência natural na Floresta Tropical Atlântica do Brasil (LORENZI, 1992). A espécie é utilizada 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 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.

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 lodo de esgoto, com diferentes níveis de fertilizante granulado como substrato para produção de mudas de juçara (*E. edulis* Mart.)

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro de mudas da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Câmpus Experimental de Registro – São Paulo – Brasil, localizado no município de Registro.

Os substratos utilizados no experimento foram obtidos a partir de lodo de esgoto doado epal SABESP e cascas da palmeira pupunha (*Bactris gasipae* Kunth), resíduo obtido da industrialização do palmito. As seguintes misturas foram submetidas ao processo de compostagem, compondo os substratos: Biossólido + Casca de pupunha (1:1 v:v) (S1); Biossólido + Casca de



pupunha (1:2 v:v) (SII); Biossólido + Casca de Pupunha (1:3 v:v) (SIII).

Tabela 1. Caracterização física e química dos substratos.

Determinações	SI	SII	SIII	S 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 _c kg ⁻¹)	405	430	480	175	-
Sódio (mg kg ⁻¹)	285	280	307	-	-
Cobre (mg kg ⁻¹)	31	34	31	0,8	-
Ferro (mg kg ⁻¹)	61275	63560	57568	87,0	-
Manganês (mg kg ⁻¹)	2166	2324	1799	4,7	-
Zinco (mg kg ⁻¹)	164	134	118	30,0	-
Arsênio (mg kg ⁻¹)	12,6	13,4	9,6	ND	41
Cádmio (mg kg ⁻¹)	15,19	13,25	ND	ND	39
Chumbo (mg kg ⁻¹)	16,05	12,65	12,7	ND	300
Cromo (mg kg ⁻¹)	16,5	12,6	12,3	ND	-
Mercurio (mg kg ⁻¹)	0,22	0,24	0,12	ND	17
Níquel (mg kg ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	420
Selênio (mg kg ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	100
Macroporos (%)	22,5	26,9	25,8	12,6	-
Microporos (%)	46,7	43,4	46,6	51,3	-
Poros. Total (%)	69,2	70,3	72,5	63,9	-
CRA (ml 50cm ⁻³)	51,4	47,7	51,3	55,3	-
Dens. Aparente	0,25	0,21	0,19	0,26	-
Dens. Partículas	1,81	1,75	1,74	1,68	-

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); *Capacidade de retenção de água (CRA)

A determinação de pH, umidade, carbono e macronutrientes 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 FCA - UNESP.

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/dm³) de fertilizante granulado (N, P₂O₅, K₂O; 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 morfológicas 10 mudas.

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. Durante a condução do experimento, mantiveram-se irrigações diariamente, 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 e diâmetro do colo. Em seguida, todas as plantas foram cortadas na base do caule e submetidas à secagem em estufa à 60 °C por 72 horas e pesadas, compondo a massa seca da parte aérea (MSPA), o mesmo sendo feito para o sistema radicular (MSR). A MSPA foi enviada para análise química (N, P, K, Ca, Mg e S) segundo metodologia proposta por Malavolta *et al.* (1997).

Posteriormente foram realizadas análises de variância e testes de Scott Knott (5% de probabilidade) utilizando o programa estatístico Sisvar.

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⁻³ 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. 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 coletor (Tabela 2) aos 150 dias após a emergência.

A exemplo da 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.

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.

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.

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. 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 foi verificada diferença significativa entre os teores de fósforo (P) observados no presente estudo. 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 Ca, Mg e S na MSPA situaram-se dentro da faixa considerada adequada por Haag et al (1992) para palmeiras.

CONCLUSÕES

O uso de biossólido e casca de pupunha apresenta viabilidade como substrato na produção de mudas de juçara, com vantagens sobre o substrato comercial.

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

REFERÊNCIAS

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M.V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E., O.; ROCHA, R. L.F. Diferentes Substratos para a Produção de Mudanças de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**. V. 21(2),p.224-233. 2014.

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.

HAAG, H.P.; SILVA FILHO, N.L.; CARMELLO, Q.A.C. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Unipress, 1992. v.1 p.477-479.

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.

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.

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.



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 ⁻³)	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
Comercial		12,7			5,2			2,5	
F		*			ns			*	
Regressão	Q ^{R2=0,93**}	Q ^{R2=0,63**}	Q ^{R2=0,80*}	ns	ns	ns	Q ^{R2=0,89**}	Q ^{R2=0,79*}	Q ^{R2=0,80**}

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 ⁻³)	MSPA (g)			MSR (g)			IQD		
	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
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
Comercial		0,6			0,4			0,3	
F		*			ns			ns	
Regressão	L ^{R2=0,71*}	ns	L ^{R2=0,86**}		ns			ns	

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 ⁻³)	N			P			K		
	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
	----- (g.kg ⁻¹) -----								
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
Comercial		9,5			1,2			12,1	
F		*			ns			*	
Regressão	L ^{R2=0,93**}	ns	ns	ns	ns	ns	L ^{R2=0,73**}	L ^{R2=0,91**}	L ^{R2=0,94**}

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 ⁻³)	Ca			Mg			S		
	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
	----- (g.kg ⁻¹) -----								
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
Comercial		7,3			3,5			2,4	
F		*			ns			ns	
Regressão	ns	ns	L ^{R2=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<0,05). **:significativo (P<0,01) Q: Regressão Quadrática. L: Regressão linear.