



Revista
Técnico-Científica



BIOSSÓLIDO E EFLUENTE COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acacia mangium* Willd.

Hallefy Elias Fenandes¹, Susana Cristine Siebeneichler², Edmar Vinicius de Carvalho³, Patrícia Aparecida de Souza⁴, Eduardo Andrea Lemus Esrasmo⁵

¹ Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi-TO, ² Docente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi-TO, ³ Doutor em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi-TO, ⁴ Docente do Departamento de Ciências Agrárias / Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, MG, ⁵ Docente do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi-TO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento das mudas de *Acacia mangium* Willd. em função de doses crescentes do efluente de fossa séptica biodigestora e bio sólido utilizado como substrato. Foram testadas as seguintes combinações do bio sólido: (1) bio sólido puro; (2) mistura de bio sólido com solo na proporção 3:1 (75% de lodo de esgoto e 15% de solo + 10% de areia); (3) mistura de bio sólido com solo na proporção 1:1 (50% do lodo de esgoto e 25% de solo + 25% de areia), juntamente com as doses de efluente de fossa séptica biodigestor 0, 20, 40, 60, 80 e 100 mL L⁻¹ e a testemunha. O delineamento experimental foi montado em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 6, com 19 tratamentos e quatro repetições, cada parcela composta por cinco mudas, perfazendo um total de 20 plantas por tratamento. Após avaliar todas as variáveis, constatou-se que o substrato 1:1 proporcionou maior crescimento das mudas para todas combinações com efluente de fossa séptica biodigestora, sendo as combinações com as doses de 20, 40 e 60 ml L⁻¹ de efluente que proporcionaram maior crescimento das mudas.

Palavras-chave: Lodo de esgoto; biodigestora; Florestal.

BIOSOLIDS AND WASTEWATER AS SUBSTRATE FOR PRODUCTION OF Acacia mangium WILLD

ABSTRACT: The present study evaluated the growth of *Acacia mangium* Willd. seedlings as a function of increasing doses of biodigestor organic effluent and biosolids used as substrate. The following combinations of biosolids were tested: (1) pure biosolid; (2) biosolids mixture with the soil in 3: 1 ratio (75% sewage sludge and 15% soil + 10% sand); (3) 1: 1 mixture of biosolids with soil (50% of sewage sludge and 25% of soil + 25% of sand), together with doses of effluent 0, 20, 40, 60, 80 and 100 mL L⁻¹ and the control. The experimental design was done in a randomized block, in a factorial scheme 3 x 6, with 19 treatments and four replications, each plot composed of five plants, making a total of 20 plants per treatment. After all the variables, it was

found that the 1: 1 substrate increased the combinations with the doses of 20, 40 and 60 ml L⁻¹ of effluent provided greater growth of the seedlings.

Keywords: Sewage sludge; biodigestor; Forestry.

INTRODUÇÃO

O uso combinado de biossólido e dos efluentes de fossas sépticas biodigestoras como uma alternativa de fertilização, pode ser considerado uma forma sustentável e econômica de produzir mudas de espécies arbóreas. No entanto, são necessários estudos que comprovem ou não a economia nesse processo de produção. Ademais o reuso do efluente poderia proporcionar o suprimento de água para as plantas e ao mesmo tempo o solo funcionaria como um sistema de pós-tratamento do resíduo, depurando a carga orgânica (BERTONCINI, 2008).

No Brasil, a geração de um resíduo produzido nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), conhecido como lodo de esgoto, vem acarretando prejuízos ambientais, sociais e econômicos ao poder público e a sociedade (GOMES et al., 2013). Algumas das razões destes prejuízos são a ocupação de espaços nem sempre disponíveis nos pátios das ETEs, a sua disposição final próxima a mananciais hídricos e a dificuldade em encontrar novos locais para sua estocagem.

Diante disso, em busca de alternativas para o reuso e destinação do lodo de esgoto, a utilização deste produto em plantios florestais tem sido uma saída (CUNHA, et al., 2006). No entanto, devem ser seguidas as diretrizes da legislação Brasileira (RESOLUÇÃO CONAMA N° 375, DE 29 DE AGOSTO DE 2006 E RESOLUÇÃO N° 380 DE 31 DE OUTUBRO DE 2006), no que se refere ao processo e/ou tratamento em que se deve ser submetido para sua transformação em biossólido. Desta forma, os possíveis impactos relacionados à presença de patógenos e metais pesados podem ser previstos e minimizados (WANG et al., 2005).

A reutilização do lodo de esgoto como biossólido na produção florestal madeireira é vantajoso para o meio ambiente, visto principalmente que os produtos das espécies utilizadas não se destinam à alimentação humana ou animal, contribuindo com a preservação dos recursos naturais, melhoria da qualidade de vida e redução de custos com fertilizantes minerais (CONTIN et al., 2012; ROIG et al., 2012; SHI et al., 2013; BITTENCOURT et al., 2014; RASTETTER; GERHARDT, 2015)

A falta de saneamento básico nas zonas rurais, devido aos altos custos em detrimento da baixa produção de esgoto por área, faz com que os moradores da área rural se tornem responsáveis para destinação final do esgoto produzido. Visando o lançamento adequado do esgoto, têm-se adotado construções de fossas sépticas biodigestoras, no qual fornece um produto chamado efluente, sendo este uma alternativa de adubação orgânica para o cultivo de pequenos produtores rurais (DOTTO et al., 2013).

Com base na hipótese de que os resíduos provenientes de esgotos podem ser utilizados como substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Willd. reduzindo o impacto ambiental causado pelo acúmulo e destinação final irregular, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento das mudas de *Acacia mangium* Willd. em função de doses crescentes do efluente de fossa séptica biodigestora e bio sólido utilizado como substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no viveiro da Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, no período de fevereiro a agosto de 2015. As sementes de *Acacia mangium* Willd. utilizadas no estudo foram coletadas de árvores matrizes localizadas na empresa JAMP Florestal Ltda no município de Dueré-Tocantins.

Por ocasião da instalação do experimento, as sementes foram submetidas a tratamento de quebra de dormência com imersão em água aquecida a 100° C, por 60 segundos. A semeadura foi feita diretamente em tubetes com capacidade volumétrica de 290 cm³, onde foram semeadas três sementes por recipiente. Decorridos 25 dias da semeadura, foi realizado o raleio, permanecendo apenas uma muda por tubete, sendo aquela de maior vigor e melhor posicionamento no recipiente.

Foram testadas as seguintes combinações do bio sólido: 1- bio sólido de esgoto (BE) puro; 2 - mistura de BE com solo na proporção 3:1 (75% de BE e 15% de solo + 10% de areia); 3- mistura de BE com solo na proporção 1:1 (50% do BE e 25% de solo + 25% de areia), juntamente com as doses (0, 20, 40, 60, 80 e 100 mL L⁻¹, aplicado 40 ml por tubete de cada proporção diluído em água com aplicação semanalmente) de efluente líquido de fossa séptica biodigestora obtido no

assentamento Vale Verde na região de Gurupi, estado do Tocantins. Desta forma, o experimento foi montado em blocos casualizado, em esquema fatorial 3 x 6, composto por: três combinações de BE (1; 3:1 e 1:1 definidos) e seis doses de efluente. Foi utilizado, também, um tratamento como testemunha caracterizado pelo uso de terra de subsolo como substrato, com adubação mineral de cobertura aos 30 dias após a germinação, com uso de 500g de sulfato amônio + 400g de Cloreto de potássio a cada 10.000 tubetes (DAVIDE; FARIA, 2008), a cada 7 dias para garantir um bom suprimento nas mudas. A irrigação foi realizada com água de poço, na quantidade de 40 ml por tubete.

O delineamento experimental empregado foi em blocos ao acaso com 19 tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela composta por cinco mudas, perfazendo um total de 20 plantas por tratamento.

O BE utilizado foi oriundo da Estação Tratamento de Esgoto (ETE) de Palmas-Tocantins, que foi adquirido com base na resolução CONAMA – 375/2006, ou seja, é considerado apto para uso em ambientes agrícolas, exceto para culturas alimentícias. O BE e o solo usados no experimento foram peneirados em malha de 4 mm, para a uniformização dos grânulos, favorecendo o acondicionamento do substrato dentro dos tubetes. Os resultados das análises químicas dos substratos encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas dos substratos estudados.
Table 1. Chemical characteristics of the substrates studied.

Tratamentos	pH H ₂ O	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		Macronutrientes (g kg ⁻¹)						Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
1- 100%BE**	2,8	16,8	5,9	0,2	1,6	0,3	2,0	12	62	3.510	23	127
2- 75% BE	3,22	2,1	4,1	0,2	0,9	0,2	2,3	6	27	3.407	37	48
3- 50% BE	3,29	6,3	2,3	0,2	0,8	0,2	2,2	7	19	3.361	43	44
Testemunha	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	M.O	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
		cmolc dm ⁻³			dag kg ⁻¹	mg kg ⁻¹						
	5,5	0,12	1,0	0,2	1,9	-	0,1	0,3	10	1,8	0,3	

BE **= Biossólido de esgoto

As variáveis mensuradas foram: diâmetro do coleto (Dc), em mm, foi medido na altura do coleto da muda com auxílio de um paquímetro digital; e altura da parte

aérea (H), em cm, medida a partir da altura do coleto até a inserção da última folha, utilizando uma régua graduada. Estas avaliações foram feitas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura. A partir desses dados, foi estimada a taxa de crescimento absoluto (TCA), com base na expressão (BENINCASA, 2003):

$$TCA = \frac{P2-P1}{\Delta t} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: P1= Medida dos dados anterior; P2= Medida dos dados atual; Δt = intervalo de tempo entre as coletas.

Ao final do experimento foram coletadas as plantas, sendo a parte aérea separada em folhas e caules, secos e pesados separadamente. O sistema radicular foi lavado com água corrente e, em seguida secos e pesado. A secagem foi realizada em estufa de circulação forçada sob a temperatura de 70°C até massa constante e a pesagem em balança semianalítica no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da UFT.

A utilização do BE como substrato foi testada comparando os resultados obtidos em cada percentual do BE com um substrato que recebeu adubação química (Testemunha), e o efeito das doses de efluente em cada substrato composto por BE foi comparado pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade por meio do programa computacional ASSISTAT, versão 7.7 beta (SILVA, 2014).

RESULTADOS

As mudas de *Acacia mangium* Willd. apresentaram maior desenvolvimento em altura, diâmetro do coleto, massas secas da parte aérea, radicular, total e relação das massas secas da parte aérea e radicular nos substratos com menores teores e na ausência de BE (Tabela 2).

Tabela 2. Altura do caule (H), diâmetro do coleto (Dc), relação altura do caule e diâmetro do coleto (H/Dc), massas secas da parte aérea (MSPA), radicular (MSR), total (MST) e relação às massas secas da parte aérea e radicular (MSPA/MSR) de mudas de *Acacia mangium* Willd. em duas doses de BE sem aplicação do efluente líquido

Table 2. Height of stem (H), collection diameter (Dc), stem height ratio and collection diameter (H / Dc), shoot dry masses (MSPA), root (MSR), total dry masses of shoot and root (MSPA / MSR) of *Acacia mangium* Willd. seedlings. in two doses of BE without application of the liquid effluent

Tratamentos	H (cm)	Dc (mm)	H/Dc	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	MSPA/MSR
BE (3:1)	7,18b	1,42b	4,87b	0,294b	0,111b	0,406 b	4,103 a
BE (1:1)	13,35a	1,97a	7,06 ^a	0,573a	0,297a	0,869 a	4,032 a
Testemunha	12,7a	2,33a	5,55b	0,825a	0,245a	1,070 a	5,356 a

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Kruskal-Wallis.

O maior crescimento médio em altura para as plantas da espécie estudada com substrato BE 1:1 foi alcançado com a aplicação de 60 mL L⁻¹ de efluente (17 cm) enquanto que, o menor foi observado com 0 mL L⁻¹ de efluente (10,8 cm), aos 120 dias, no final do experimento (Tabela 3).

O máximo de diâmetro de coleto para o substrato BE 1:1 foi alcançado com combinação de 20 ml L⁻¹ de efluente, enquanto que o mínimo foi com 0 ml L⁻¹ de efluente (Tabela 3). Na relação altura/diâmetro do coleto, verificou-se que para todas as doses no substrato BE 1:1 apresentou-se dentro da faixa considerada adequada (5,4-8,1) por Carneiro (1995) (Tabela 3).

Tabela 3. Altura do caule (H), diâmetro do coleto (Dc), relação altura da parte da aérea e diâmetro do coleto (H/Dc), massas secas radiculares (MSR), parte aérea (MSPA), total (MST) e relação massas secas da parte aérea e radicular (MSPA/MSR) para as mudas de *Acacia mangium* Willd. produzidas no substrato BE 1:1 com as combinações de efluente, 120 dias após emergência

Table 3. Root height (H), collection diameter (Dc), shoot height ratio and collection diameter (H / Dc), root dry masses (MSR), aerial part (MSPA), total and dry masses ratio of shoot and root (MSPA / MSR) for the seedlings of *Acacia mangium* Willd. produced on the BE 1: 1 substrate with the effluent combinations, 120 days after emergence

Doses (ml)	H (cm)	Dc(mm)	H/Dc	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)	MSPA/MSR
0	10,8 b	1,8 b	6,25 b	0,181 a	0,481 c	0,662 c	4,431 a
20	16,6 a	2,4 a	6,92 ab	0,371 a	0,851 a	1,222 a	2,807 a
40	16,9 a	2,2 ab	7,50 a	0,312 a	0,758 ab	1,070 ab	2,865 a
60	17,0 a	2,14 ab	8,02 a	0,241 a	0,683 abc	0,925 abc	3,337 a
80	13,9 ab	1,94 b	7,35 ab	0,188 a	0,585 bc	0,773 bc	3,886 a
100	13,4 ab	1,97 b	7,06 ab	0,296 a	0,573 bc	0,869 bc	4,032 a

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Kruskal-Wallis.

Quanto à massa seca radicular e relação massa seca parte aérea /massa seca radicular não houve diferença significativa entre as doses avaliadas para as mudas de *Acacia mangium* Willd. no substrato BE 1:1 (Tabela 3). Na avaliação da massa seca parte aérea as doses de efluente para o substrato BE 1:1 que apresentou maior valor foi 20, 40 e 60 ml L⁻¹ respectivamente não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 3). Para a massa seca total as mudas alcançaram valores entre 0,662 a 1,222 g, sendo a maior média encontrada com as dosagens de 20 ml L⁻¹ de efluente (1,222 g.) sendo estatisticamente igual às doses de 40 ml L⁻¹ (1,070 g.) e 60 ml L⁻¹ (0,925 g.) de efluente (Tabela 3).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) pode ser usada para avaliar a velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 2003). As mudas de *Acacia mangium* Willd. com substrato BE 1:1 apresentaram uma maior variação da TCA nas diferentes combinações com efluente (Figuras A e B).

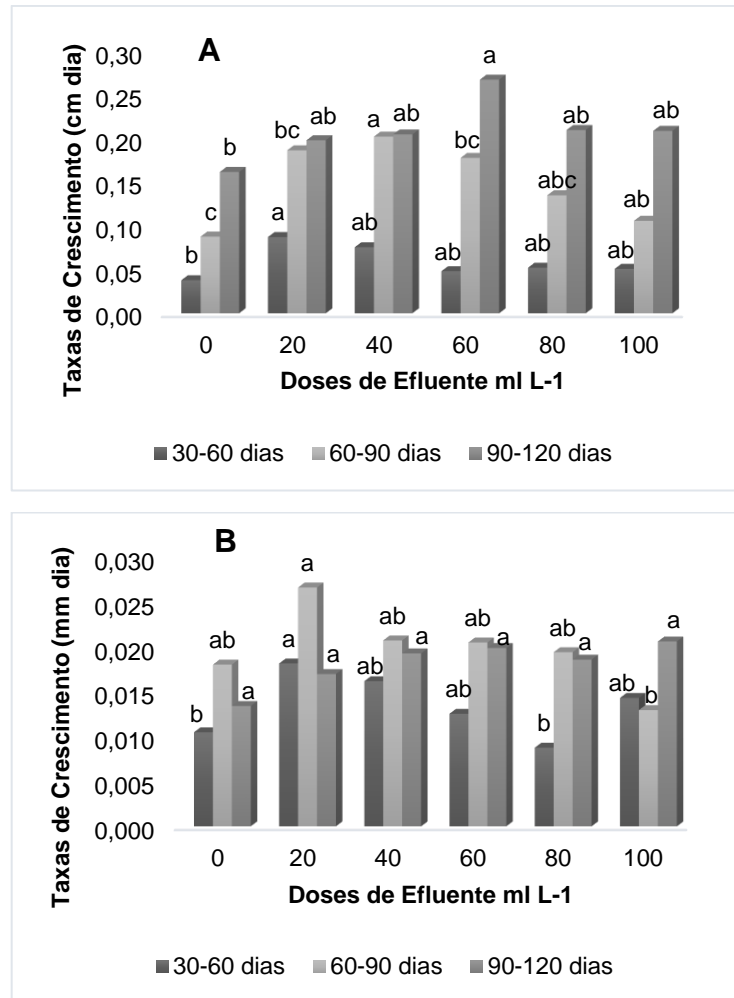


Figura 1: Taxa de Crescimento Absoluto em altura do caule (figura A) e diâmetro do coleto (figura B) de mudas de *Acacia mangium* Willd. avaliadas em substrato composto por BE 1:1. *Taxas seguidas por letras iguais de um mesmo intervalo de tempo entre doses de efluentes, não diferem entre si, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Kruskal-Wallis.

Figure 1: Absolute Growth Rate in stem height (figure A) and collection diameter (figure B) of *Acacia mangium* Willd. seedlings. evaluated on a substrate composed of BE 1: 1. * Rates followed by equal letters of the same time interval between effluent doses do not differ from each other at the 5% probability level by the Kruskal-Wallis test.

As combinações que propiciaram maior TCA para altura do caule foram 20 ml L-1 de efluente para o período entre 30 - 60 dias, 40 ml L-1 de efluente para o período entre 60 e 90 dias - 60 ml L-1 de efluente para o período de 90 - 120 dias (Figura 1 A). A combinação de 20 ml L-1 de efluente com o substrato 1:1 apresentou maior TCA para diâmetro do coleto no período entre 30 – 60 e 60 - 90 dias. Para o período 90 - 120 dias, a combinação de maior TCA foi a de 100 ml L-1 de efluente (Figura 1 B). Diante disso, nas mudas no período inicial pode ter ocorrido um efeito de toxidez

dos nutrientes para as doses mais altas, em contrapartida com o passar do tempo este efeito foi se reduzindo em função do efeito de diluição.

Observou-se que para substrato BE 1:1, os maiores valores de TCA para o período de 90 - 120 dias para altura do caule e diâmetro do coleto, foi semelhante para as combinações que apresentaram maior média de altura do caule e diâmetro do coleto sendo com as combinações com 60 e 20 ml L⁻¹ de efluente respectivamente (Figura 1 A e B; Tabela 3).

DISCUSSÃO

Após a primeira semana de emergência as plântulas em BE puro (100%) morreram. O que pode estar relacionado à toxidez provocada pela elevada concentração de nutrientes em especial o nitrogênio e o baixo pH (Tabela 1). Alguns autores trabalhando com BE em estudos de aplicação florestal em viveiros, encontraram o pH entre 5,0 e 6,5, faixa considerada adequada para a produção de mudas florestais em tubetes (BONNET et al., 2002; TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003; NÓBREGA et al., 2007; DELARMELINA et al., 2014). Os mesmos autores supracitados também encontraram quantidades expressivas de micronutrientes, mas não necessariamente nas doses adequadas ou de forma balanceada, como o observado no BE utilizado neste trabalho (Tabela 1).

Silva et al. (2002), citam que a composição física, química e microbiológica e, conseqüentemente, o potencial e as limitações do uso dos BEs, dependerão da composição do material de origem (os esgotos sanitários) e dos processos de tratamento de esgotos e de lodos de esgotos. Maia (1999) concluiu que o BE, apesar de apresentar boa fertilidade, não apresenta boas características físicas havendo, desta forma, a necessidade da mistura com outros componentes a fim de dar equilíbrio entre o fornecimento de nutrientes e condições físicas, como aeração e retenção de água.

As raízes de plantas necessitam do oxigênio para o processo respiratório e para seu melhor desenvolvimento, condição que advém do substrato utilizado. Com isso, percebe-se que para as mudas de *Acacia mangium* Willd. a menor proporção de BE aumentou a produção de raízes das mudas, não se diferenciando significativamente com o tratamento testemunha (Tabela 2).

Relacionando duas importantes características morfológicas, a altura e o diâmetro do coleto, ocorre a determinação de um importante índice que demonstra o crescimento equilibrado das mudas (CARNEIRO, 1995), que também é denominado índice de robustez, sendo reconhecido como um dos melhores indicadores do padrão de qualidade de mudas determinando a capacidade de sobrevivência das mudas em campo (MOREIRA; MOREIRA, 1996). Segundo Carneiro (1995), os valores ideais para essa relação devem estar entre 5,4 e 8,1, exprimindo o equilíbrio de crescimento das mudas no viveiro. No presente trabalho os valores estão dentro desta faixa para as mudas no substrato BE 1:1.

De acordo com Gomes et al. (2002), quanto menor o valor obtido na relação altura e o diâmetro do coleto, maior será a capacidade de as mudas sobreviverem e se estabelecerem na área de plantio definitivo. Portanto, neste trabalho as mudas das testemunhas e do substrato 1:1 apresentaram melhor qualidade (Tabela 2).

Delarmelina et al. (2014), avaliando resíduos na formulação de substrato para produção de mudas de *Sesbania virgata*, verificou que os tratamentos com lodo de esgoto e vermiculita em sua composição, principalmente nas proporções de 60% lodo de esgoto + 40% de vermiculita, proporcionaram os melhores crescimentos em altura e diâmetro do coleto, e aumentaram a produção de massa seca total.

Corroborando com os resultados encontrados na tabela 2, Trigueiro; Guerrini, (2003), trabalhando com uso de biossólido como substrato de eucalipto, verificaram que doses iguais ou superiores a 70% de BE na composição do substrato foram prejudiciais ao desenvolvimento de mudas, sendo recomendado uma proporção de 40 a 50% desse composto em mistura com casca de arroz carbonizada.

As mudas de *Acacia mangium* Willd. com substrato BE 1:1 apresentaram menores médias, com a dose de 0 ml L⁻¹ de efluente, para as variáveis altura do caule, diâmetro do coleto, relação altura do caule e diâmetro do coleto, massas secas radicular, da parte aérea e, total, evidenciando a necessidade de conjugar a adubação para um melhor desenvolvimento das mudas. (Tabela 3). Outros estudos utilizando efluente de fossa séptica ou esgoto doméstico tratado tem mostrado que esse biofertilizante é eficiente no aumento da produção das plantas (PEREIRA et al., 2012; DOTTO et al., 2013; PEREIRA et al., 2018).

Segundo Figueiredo et al. (2012), os adubos orgânicos em doses muito elevadas tornam-se prejudiciais às plantas, o que vai depender de sua composição química, taxa de mineralização e teor de nitrogênio. Fato que pode explicar a redução da TCA das mudas no período inicial, sendo necessário que o resíduo líquido tratado seja utilizado de forma controlada e não de forma indiscriminada.

CONCLUSÕES

A inclusão de BE 1:1 na composição de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Willd., não afetou o crescimento das mudas.

O substrato composto com BE 1:1, combinado com 20, 40 e 60 ml L⁻¹ de efluente proporcionou maior crescimento das mudas de *Acacia mangium* Willd.

REFERÊNCIAS

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 de ago.2006, 32 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506>>. Acesso em: 14 dez. 2016.

BONNET, B.R.P.; WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C.B.; NOGUEIRA, A.C.; ANDREOLI, C.V.; BARBIERI, S. J. Effects of substrates composed of biosolids on the production of *Eucalyptus viminalis*, *Schinus terebinthifolius* and *Mimosa scabrella* seedlings and on the nutritional status of *Schinus terebinthifolius* seedlings. **Water Science and Technology**, v. 46, n. 10, p. 239-246, 2002.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BERTONCINI, I. E. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p. 152-169, 2008.

BITTENCOURT, S.; SERRAT, B. M.; AISSE, M. M.; GOMES, D. Sewage sludge usage in agriculture: a case study of its destination in the Curitiba metropolitan region, Paraná, Brazil. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 225, p. 2074-2081, 2014.. DOI: 10.1007/s11270-014-2074-y.

CARNEIRO, J. G. DE. A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudanças Florestais**. Curitiba: UFPR/ FUPEF; Campos: UENF, 451 p. 1995.

CONTIN, M.; GOI, D.; DE NOBILI, M. Land application of aerobic sewage sludge does not impair methane oxidation rates of soils. **Science of the total environment**, v. 441, p. 10-18, 2012. DOI: [http://dx. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.09.052](http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.09.052)

CUNHA, A. DE M.; CUNHA, G. DE M.; SARMENTO, R. DE A.; CUNHA, G. DE M.; AMARAL, J. F. T. do. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia sp.* **Revista Árvore**, v.30, n.2, p. 207-214, 2006

DAVIDE, A.C; FARIA, J.M.R. **Viveiros florestais**. In: Davide, A.C. & Silva, E.A.A. (Ed.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA. Cap.2, p.83-124. 2008.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E.O.; Rocha, F.L.F. Diferentes substratos na produção de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.2, p. 224-233, 2014. DOI: 10.4322/loram.2014.027.

DOTTO, M.C.; ERASMO, E.A.L. ; PEREIRA, M.A.B. ; COUTINHO, A.B. ; BESSA, N.G.F. ; BARILLI, J. . Crescimento de *Lippia alba* sob doses de efluente de fossa séptica biodigestora em Gurupi, Tocantins. **Agrária** (Recife. Online), v. 8, p. 522-527, 2013. DOI:10.5039/agraria.v8i4a2329.

FIGUEIREDO, C.C.; RAMOS, M.L.G.; Mc MANUS, C.M. & MENEZES, A.M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, 30:175 -179, 2012.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655 - 664, 2002. DOI: 10.1590/S0100-67622002000600002.

GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 123 - 131, 2013.

MAIA, C.M.B.F. Uso de casca de Pinus e lodo biológico como substrato para produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.3 9, p.81-92, 1999.

NÓBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; 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**, v.31, n.2, p.239-246, 2007.

PEREIRA, MIRÉIA APARECIDA BEZERRA ; DOTTO, MARCIANE CRISTINA ; BESSA, NELITA FARIA GONÇALVES ; SILVA, MARCOS GONTIJO DA ; ERASMO, EDUARDO ANDRÉA LEMUS . Produção e qualidade sanitária de alface adubada com

efluente de fossa séptica biodigestora. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** (Online), v. 5, p. 115-130, 2012.

PEREIRA, M. A. B.; BESSA, N. G. F. ; FREITAS, G. A. ; CARNEIRO, J. S. S. ; SANTOS, A. C. M. . Eficiência de fossa séptica biodigestora no tratamento de esgoto doméstico no assentamento Vale Verde, Tocantins. **TECNOLOGIA & CIÊNCIA AGROPECUÁRIA**, v. 12, p. 8-14, 2018.

RASTETTER, N; GERHARDT, A. Toxic potential of different types of sewage sludge as fertilizer in agriculture: ecotoxicological effects on aquatic and soil indicator species. **Journal of Soils and Sediments**, v. 15, n. 3, p. 565-577, 2015. DOI: 10.1007/s11368-014-1031-0.

ROIG, N.; SIERRA, J.; MARTÍ, E.; NADAL, M.; SCHUHMACHER, M.; DOMINGO, J. L. Long-term amendment of Spanish soils with sewage sludge: Effects on soil functioning. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Oxford, v. 158, p. 41-48, 2012 DOI: 10.1016/j.agee.2012.05.016.

SHI, W.; LIU, C.; DING, D.; LEI, Z.; YANG, Y.; FENG, C.; ZHANG, Z. Immobilization of heavy metals in sewage sludge by using subcritical water technology. **Bioresource Technology**, v. 137, n. 6, p. 18-24, 2013. DOI: 10.1016/j.biortech.2013.03.106.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agrônômica para o biossólido produzido no Distrito Federal: II. Aspectos qualitativos, econômicos e práticos de seu uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 2, p. 497-503, 2002.

TRIGUEIRO. M.R; GUERRINI. A. I. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Florestalis**. N. 64, p. 150-162, dez. 2003.

WANG, C.; HU, X.; CHEN, M.-L.; WU, Y.-H. Total concentrations and fractions of Cd, Cr, Pb, Cu, Ni and Zn in sewage sludge from municipal and industrial wastewater treatment plants. **Journal of Hazardous Materials**, v. 119, n. 1/3, p. 245-249, 2005. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2004.11.023.