http://journal.unoeste.br/index.php/ca/index
DOI: 10.5747/ca.2020.v16.n5.a400
ISSN on-line 1809-8215

Colloquium Agrariae

Submetido: 11/11/2019 Revisado: 09/09/2020 Aceito:11/09/2020

Uso de lodo de esgoto na produção de mudas clonais de *Eucalyptus*

Thomaz Figueiredo Lobo, Fernando Carvalho de Oliveira, Magali Ribeiro da Silva

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas – Botucatu, SP. E-mail: thomazfigueiredolobo@gmail.com

Resumo
O lodo de esgoto é um resíduo proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto e na maioria dos casos não são aproveitados adequadamente sendo depositados em aterros sanitários e este resíduo apresenta todos os nutrientes essenciais para a nutrição mineral das plantas além de apresentar teores elevados de matéria orgânica que promove maior retenção de água e melhorando os atributos físicos e biológicos do solo. O objetivo deste experimento foi avaliar substratos de lodo de esgoto compostado e substrato comercial com diferentes misturas em mudas de clone H13 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) avaliando os fatores bióticos (altura e diâmetro de planta), produção de matéria seca, qualidade de muda, nutrição mineral de plantas e características químicas do substrato. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições compostas por 352 mudas por parcela. Os tratamentos foram: T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 - 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial. As plantas que utilizaram uma maior quantidade de composto de lodo de esgoto no substrato foram melhores em todos os parâmetros avaliados.
Palavras chave: composto orgânico; nutrição mineral de plantas; qualidade das mudas; substrato; viveiro de mudas.

Use of sewage sludge for seedlings production of *eucalyptus* cuttings

Abstract
Sewage sludge is a by-product of wastewater treatment facilities and in most cases, it is not properly managed being deposited in landfills. This waste has all essential nutrients for the mineral nutrition of plants in addition to having high levels of organic matter which promotes greater water retention, improving the physical and biological soil attributes. The aim of the current research was to evaluate substrates of composted sewage sludge and commercial substrate with different mixtures in H13 clone seedlings (Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla) by evaluating biotic factors (plant height and diameter), dry matter production, seedling quality, mineral nutrition of plants, and chemical characteristics of the substrate. The experimental design was completely randomized with 5 treatments and 4 repetitions composed of 352 seedlings per plot. The treatments were: T1 - 100% composted sludge; T2 - 75% composted sludge and 25% commercial substrate; T3 - 50% composted sludge and 50% commercial substrate; T4 - 25% composted sludge and 75% commercial substrate; T5 - 100% commercial substrate. Plants with a greater amount of sewage sludge in the substrate performed better in all evaluated parameters.
Keywords: organic compost; mineral plant nutrition; seedling quality; substrate; seedling nursery.

Introdução

O lodo é o resíduo do tratamento de esgoto e a sua disposição final é um problema discutido em vários países. Sua utilização em áreas produtivas, reservadas para a agropecuária e a colocação em aterros sanitários são as formas

predominantes de disposição adotadas pelos países desenvolvidos (JANUARIO; FERREIRA FILHO, 2007).

Em cidades que possuem Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), o uso agrícola do lodo de esgoto na produção de mudas destinada a reflorestamento poderá assim, constituir uma alternativa para sua disposição, pois além de ser fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as mudas, parte de metais pesados que possam estar contidos neste resíduo poderá ser imobilizado nos tecidos das espécies florestais (DEL QUIQUI *et al.*, 2004).

Uma das maneiras de reaproveitamento deste resíduo é por meio da compostagem que, com o aumento de temperatura no processo, acaba eliminando grande parte de patógenos e sementes de plantas daninhas presentes no lodo de esgoto (HECK *et al.*, 2013).

No processo de produção de mudas de espécies florestais, o uso do lodo de esgoto tem sido uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes demonstrando resultados satisfatórios quando combinados com componentes orgânicos na formulação de substrato (DELARMELINA *et al.*, 2013).

Segundo Rocha *et al.* (2013) foi obtido maior desenvolvimento nos parâmetros biométricos de mudas de eucalipto utilizando o lodo de esgoto compostado comparado com o substrato comercial com uma composição de turfa, vermiculita, calcário dolomitico e gesso agrícola.

Segundo Silva *et al.* (2018) o uso de lodo de esgoto e casca de pupunha tem viabilidade como substrato na produção de mudas de *Eucaliptus urograndis*, com desempenho igual ou superior ao substrato comercial.

Faria *et al.* (2013) concluíram que o lodo de esgoto apresenta boa fertilidade na análise química necessitando apenas mistura com outros nutrientes como o potássio pois apresenta um teor baixo na sua composição.

Um bom substrato para a produção de mudas deve apresentar boas condições de umidade, macro e microporosidade, disponibilidade de nutrientes e água, capacidade de troca de cátions estas características promoverá um bom desenvolvimento do sistema radicular (NADAI *et al.*, 2015), além de ser isento de patógenos e dependendo da espécie ter baixo teor de sais. No mercado existem vários substratos atuais pronto para o uso, mas dependendo do substrato pode influenciar positivamente ou negativamente a produção de mudas (GONÇALVES *et al.*, 2016) e uma das opções seria a utilização do lodo de esgoto melhorando a microporosidade, liberação dos nutrientes e as características microbiológicas do substrato (LOBO *et al.*, 2018).

Enfim o lodo de esgoto por ser um resíduo que apresenta elevado teores de nutrientes, principalmente N e alto teor de matéria orgânica que tem a capacidade de reter umidade e nutrientes não pode desperdiçar este tipo de resíduo para a produção e desenvolvimento de plantas.

O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito de substratos a base de lodo compostado e casca de pinus no desenvolvimento, qualidade e nutrição de mudas clonais do híbrido *Eucalyptus urophyla* x *Eucalyptus grandis* e nos teores finais de nutrientes no substrato.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Santa Maria da Floresta, no município de Itatinga-SP, cuja a área abrange os biomas Cerrado e Mata Atlântica. As coordenadas onde foi instalado o experimento foi de 23º 6’ 16” S e 48º 34’ 8”.

O clone utilizado foi o H13, um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Este hibrido foi produzido na Fazenda Experimental da ESALQ no município de Itatinga - SP

Os substratos utilizados no experimento apresentavam as seguintes características:

- ✓ Substrato comercial (SC) a base de casca de pinus e vermiculita com capacidade de retenção de água de 130 g kg^{-1}; densidade de 480 kg m^{-3}; pH em água de 5,8 ± 0,5; condutividade elétrica de 1,5 ± 0,3 ms cm^{-1};
- ✓ Substrato gerado por meio da compostagem de lodo de esgoto com podas de árvores, enriquecido com K, Ca e Mg, denominado PV com capacidade de retenção de água de 70 g kg^{-1}; densidade de 650 kg m^{-3}; pH de 6,0 ± 0,5; condutividade elétrica e 2,5± 0,3 ms cm^{-1}.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela foi composta por 352 mudas que seria 2 bandejas de 176 mudas, sendo as 10 mudas centrais usadas para as avaliações. Os tratamentos foram: T1=100% lodo de esgoto compostado; T2=75% lodo de esgoto compostado e 25% substrato comercial; T3= 50% lodo de esgoto compostado e 50% substrato comercial; T4= 25% lodo de esgoto compostado e

25% substrato comercial; T5= 100% substrato comercial. As misturas foram efetuadas em função do volume.

As análises químicas do substrato foram realizadas no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Ciência de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômica de Botucatu – SP. Foram determinados N, P_2O_5, K_2O, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, MO, C, pH e condutividade elétrica (BRASIL, 1988). As características químicas de macronutrientes e micronutrientes dos substratos estão apresentadas na Tabela 1 e 2, respectivamente.

A condutividade elétrica inicial foi de 1,6; 1,37; 1,3; 0,79 e 0,3 ms cm^{-1}, respectivamente nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5.

A caracterização física dos substratos foi feita seguindo a metodologia descrita por Trigueiro e Guerrine (2003) e os resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 1. Teores de macronutrientes dos substratos (% na matéria seca).

Tratamentos	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	C	C/N	pH
T1	1,63	1,67	0,40	1,15	0,27	0,69	22,71	14/1	6,84
T2	1,53	1,44	0,41	1,07	0,55	0,64	25,93	17/1	6,00
T3	1,42	1,24	0,34	1,00	0,68	0,58	28,34	20/1	5,05
T4	1,03	0,73	0,25	0,82	1,24	0,35	27,22	26/1	5,00
T5	0,53	0,24	0,19	0,80	1,69	0,12	27,78	53/1	5,24

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

Tabela 2. Teores de micronutrientes dos substratos (mg kg^{-1}).

Tratamentos	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	1.096	154	223	21.384	259	1.198
T2	1.132	128	197	15.042	263	1.100
T3	1.059	103	164	16.100	220	930
T4	720	104	85	18.200	176	524
T5	520	76	20	8.651	136	59

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

Tabela 3. Características físicas dos substratos.

Tratamentos	Macroporosidade (%)	Microporosidade (%)	Porosidade total (%)	Retenção de água (mL 100 cm^{-3})
T1	12,73	60,15	72,88	61,46
T2	6,67	65,80	72,47	65,32
T3	14,25	61,42	75,68	61,28
T4	24,79	54,48	79,27	55,15
T5	18,12	58,05	76,17	57,90

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

As estacas utilizadas no estudo foram retiradas do jardim clonal, em média com 10 cm e 2 pares de folhas com redução de 50% da área foliar e na sequência estaqueadas nos devidos substratos característicos de cada tratamento e levadas à casa de vegetação.

Na casa de vegetação estas mudas permaneceram por 55 dias, sendo fertirrigadas, durante a primeira semana, com uma solução nutritiva contendo 0,76; 0,4; 0,12; 0,11 e 0,38 g L^{-1} de nitrato de cálcio, cloreto de potássio, sulfato de amônia, monoamôniofosfato purificado (MAP) e sulfato de magnésio, respectivamente que representa 140; 20; 200; 150; 40 e 80 mg L^{-1} de N, P, K, Ca, Mg, S, respectivamente.

Após esta fase as mudas foram espaçadas na bandeja, mantendo 50% de ocupação e levadas para a casa de sombra (com cobertura de tela de sombreamento a 50%) na qual

permaneceram por cinco dias com a finalidade de aclimatação para a área a pleno sol.

Na área a pleno sol as mudas foram fertirrigadas aos 68, 70, 72, 86, 91, 93, 100, 107 e 111 dias após estaqueamento. A solução nutritiva aplicada foi composta por: 2,42; 1,34; 1,34; 1,62; 1,34; 1,62 e 0,26 g L^{-1} de nitrato de cálcio, sulfato de magnésio, nitrato de amônia, sulfato de amônia, MAP, nitrato de potássio e Fe (13%), totalizando desta forma 1540; 280; 980; 480; 130; 560; 30 mg L^{-1} de N, P, K, Ca, Mg, S e Fe, respectivamente. Foi aplicado 0,0054 mL L^{-1} de solução de micronutrientes contendo B, Cu, Mn e Zn, nesta fase ocorreu uma precipitação pluviométrica de 577 mm e irrigação diária de 20 mm.

As avaliações de altura das mudas foram feitas aos 15, 28, 43, 57, 71, 86, 99 e 113 dias após estaqueamento (DAE). O diâmetro de colo e massas secas de raiz e parte aérea foram medidas aos 57 e 113 DAE. Na avaliação foram feitas com 10 mudas centrais de cada parcela de forma aleatória. Com os dados coletados foram calculados a massa seca total e o Índice de Qualidade de Dickson, sendo este último desenvolvido por Hunt (1990), sendo expresso por: IQD = massa seca total / [(altura da parte aérea / diâmetro do colo) + (massa seca da parte aérea / massa seca radicular)].

As avaliações morfológicas foram feitas em 10 mudas por parcela, totalizando 40 por tratamento e constaram de: altura, com o uso de uma fita métrica, diâmetro de colo com paquímetro digital, massa seca da parte aérea e do sistema radicular determinada a partir do material seco em estufa de ventilação forçada a 60 ºC até adquirirem massa constante quando foram pesadas.

As massas secas da parte aérea (folha + caule) e das raízes foram moídas separadamente e, posteriormente, analisadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, do Departamento de Ciência de Solos e Recursos Ambientais da UNESP/Botucatu, determinando os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Após a determinação dos teores, foi calculado o acúmulo de nutrientes nas plantas.

Ao final do experimento foram avaliados os teores de nutrientes finais dos substratos utilizando a metodologia de BRASIL(1988).

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey com 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 obtiveram um crescimento médio diário até os 120 dias de repicagem de 0,25; 0,22; 0,20; 0,19 e 0,15, respectivamente (Figura 1), possibilitando ciclos produtivos diferenciados, e consequentemente, custos de produção distintos, embora neste estudo não avaliado. Segundo Xavier *et al.* (2009), na expedição para o campo às mudas de eucalipto, devem ter de 15 a 40 cm de altura e diâmetro de colo maior que 2 mm. Quanto à altura, verifica-se na Tabela 4 que as mudas atingiram superior a 15 cm aos 43, 57, 57, 71 e 71 DAE, respectivamente nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5. Todavia, a altura é somente um dos parâmetros de qualidade e outros como o diâmetro e a qualidade do sistema radicular devem ser considerados para definir o padrão adequado para as mudas serem plantadas no campo.

Cabreira *et al.* (2017) testaram o uso do lodo de esgoto como substrato nas mudas de farinha seca, dedadeiro e paineira e verificaram maior desenvolvimento de altura de plantas após o uso deste resíduo. Gonzaga *et al.* (2018) obtiveram maior altura em mudas de eucalipto com o aumento de doses de biocarvão de lodo de esgoto.

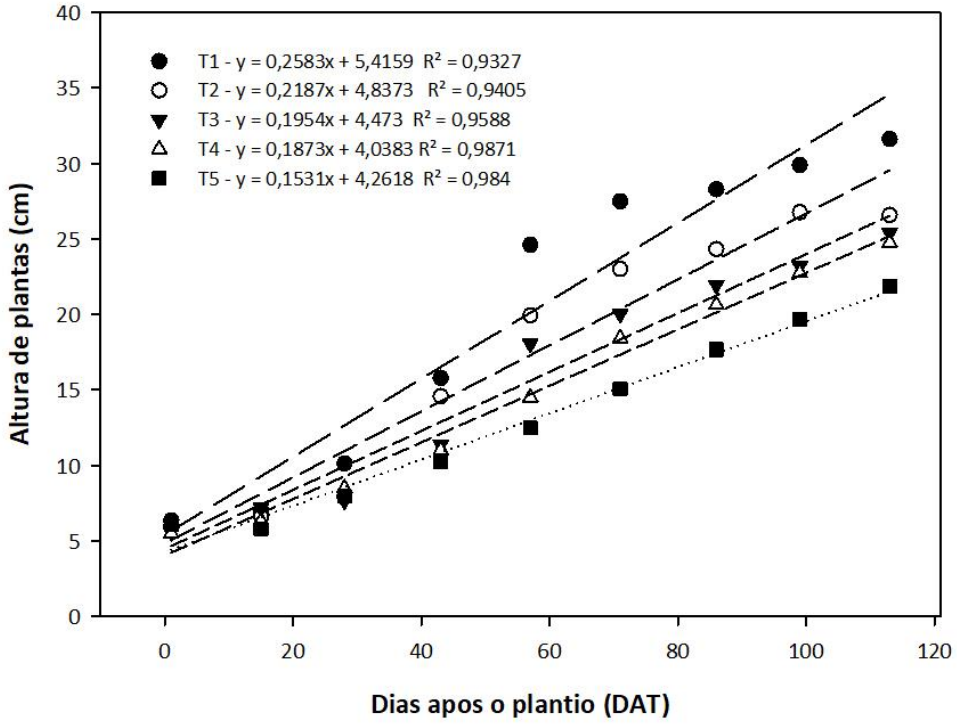

Figura 1. Altura das mudas ao longo do desenvolvimento em função dos substratos.

Tabela 4. Resultados de altura de plantas em função do tratamento até os 113 dias de repicagem

Trat.	1	15	28	43	57	71	86	99	113
	Altura de plantas (cm) dias após a repicagem								
T1	6,36 a	7,01 a	10,13 a	15,80 a	24,62 a	27,50 a	28,29 a	29,91 a	31,62 a
T2	5,97 ab	6,59 ab	7,91 b	14,59 a	19,96 b	23,02 b	24,34 ab	26,77 ab	26,60 b
T3	5,59 b	7,17 a	7,66 b	11,37 b	18,07 bc	20,06 bc	21,96 b	23,22 bc	25,41 bc
T4	5,51 b	6,33 bc	8,49 b	11,01 b	14,50 cd	18,44 cd	20,64 bc	22,75 bc	24,76 bc
T5	6,07 ab	5,82 c	7,96 b	10,22 b	12,48 d	15,09 d	17,67 c	19,70 c	21,87 c
CV	4,66	4,68	7,13	10,77	11,04	8,57	8,14	8,10	6,96

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

Aos 113 dias após o estaqueamento (DAE), o tratamento T1 obteve altura média superior a todos os tratamentos. O T5 (SC) foi inferior ao T1 e T2 e não diferiu do T3 e T4 (Tabela 5).

Lobo *et al.* (2018) revelaram que para as plantas de quaresmeiras produzida em viveiros os melhores desenvolvimentos em altura de planta foram as misturas de substratos comerciais e lodo de esgoto superando a utilização de somente substrato composto com lodo e comercial, com isto verifica-se que cada espécie de plantas terá um comportamento diferente quanto a utilização de substrato.

Scheer *et al.* (2010), verificaram que a adição de fertilizantes ao substrato comercial e ao substrato a base de lodo de esgoto compostado, melhorou a eficiência dos

compostos, proporcionando maior altura de plantas e diminuindo desta maneira a fertirrigação, diminuindo a perda de fertilizantes e mão de obra de preparo de solução nutritiva.

O diâmetro do colo, normalmente é a variável mais observada para indicar a capacidade de sobrevivência das mudas quando forem ao campo (SILVA *et al.*, 2018). Os tratamentos T1 e T2 foram superiores em diâmetro de caule aos tratamentos T4 e T5. O tratamento T3 obteve valor intermediário não diferindo dos demais tratamentos. O nutriente que interfere no diâmetro do caule é o K, verifica-se na Tabela 1 de teores de nutrientes o substrato T1 (composto de lodo de esgoto) obteve 2 vezes mais K que o substrato comercial, acredita-se que este nutriente fez a diferença para o aumento do diâmetro de do caule (D'AVILA *et al.,* 2011).

Ros *et al.* (2015) obtiveram resultados superior em altura e diâmetro de colo com mudas de *Eucalyptus dunni e Cordia trichotoma* utilizando substrato com lodo de esgoto comparado com substrato comercial. Abreu *et al.* (2018) quando compararam o crescimento de mudas de *Schinus Terebinthifolia* produzida em diferentes concentrações de lodo de esgoto e substrato comercial, verificaram que o lodo de esgoto favoreceu o maior diâmetro de colo das mudas.

Tabela 5. Caracterização morfológica de mudas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* aos 113 dias após estaqueamento.

Tratamento	H(cm)	D(mm)	MSR(g)	MSA(g)	MST(g)	IQD
T1	31,6 a	2,7 a	4,32 a	6,76 a	11,08 a	0,84 a
T2	26,6 b	2,5 a	3,53 ab	5,45 ab	8,98 ab	0,74 ab
T3	25,4 bc	2,3 ab	2,24 bc	4,03 ab	6,27 ab	0,49 ab
T4	24,8 bc	2,0 b	1,52 c	3,84 ab	5,36 b	0,36 b
T5	21,9 c	2,0 b	1,36 c	3,04 b	4,40 b	0,33 b
CV (%)	7,0	9,3	32,0	35,27	31,68	34,80

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

A massa seca radicular foi superior no substrato T1. O T2 obteve valor intermediário assemelhando-se a T1 e T3. A baixa produção de massa seca radicular dos tratamentos T4 e T5 podem estar relacionadas ao baixo teor de P no substrato (Tabela 1), uma vez que o P promove um maior desenvolvimento do sistema radicular (ROCHA *et al.*, 2013). Quanto maior a área radicular, maior será a superfície de absorção de nutrientes e consequentemente melhor será o desenvolvimento das mudas e menor mortalidade das mudas (MAFIA *et al.*, 2005).

A produção de massa seca da parte aérea (MSA) e total (MST) teve menor variação comparada a MSR. Os tratamentos T1 e T5 obtiveram respectivamente, a maior e a menor MSA. Os demais tratamentos obtiveram valores intermediários não diferindo entre si e entre T1 e T5. A MST manteve o maior valor no T1 e os menores valores em T4 e T5. Cruz *et al.* (2006) verificaram a importância do N para o acúmulo de massa seca nas mudas, corroborando com os dados desta pesquisa (Tabelas 1 e 4). Souza *et al.* (2020) observaram que o uso do lodo favoreceu o aumento de matéria seca da parte aérea de *Moringa Oleifera*.

Rocha *et al.* (2013) também obtiveram uma maior massa seca radicular e da parte aérea em eucalipto no tratamento que foi utilizado lodo de esgoto compostado em relação ao tratamento utilizado um substrato comercial.

Caldeira *et al.* (2008) defendem que a relação de massa seca radicular/massa seca da parte aérea deverá ser 0,5. Os tratamentos T1, T2 e T3 que foram de maior concentração de lodo compostado apresentou uma relação de massa seca radicular/ massa seca da parte aérea o,64, 0,65 e 0,55, respectivamente, superior a relação ideal de 0,5. Já os tratamentos T4 e T5 obtiveram uma relação de massa seca radicular/ massa secada parte aérea de 0,39 e 0,44, respectivamente inferior ao recomendado que é de 0,5. Cabe destacar que nem sempre a massa seca radicular reflete a qualidade do sistema radicular, pois a estruturação do torrão é obtida principalmente com as raízes finas, as quais impactam pouco na MSR.

Caldeira *et al.* (2012), concluíram que o uso de lodo de esgoto como componente de substrato influenciou nas características morfológicas das mudas de *Ateleia glazioviana*, tais como altura, diâmetro de colo e massa seca da parte aérea.

O índice de qualidade de Dickson teve o mesmo resultado estatístico que a MST, onde o maior valor encontrado foi no T1 e os menores valores em T4 e T5. Os tratamentos T2 e T3 foram semelhantes entre si e com valores intermediários de IQD. Resultados encontrados por Caldeira *et al.* (2012) corroboram com esta pesquisa, na medida em que encontraram um maior IQD nas mudas de *Ateleia glazioviana* que foram utilizados lodo de esgoto como substrato.

Com relação à análise química das plantas, verificou-se que os acúmulos de N e Mg na parte aérea não ocorreu variação em função do tratamento. Quanto ao P, houve diferença somente entre os tratamentos T2 e T5, sendo o primeiro aquele que mais acumulou. Os acúmulos de K e Ca na parte aérea das plantas foram menores nos tratamentos com menor proporção de lodo de esgoto compostado. Quanto ao S, todos os tratamentos com lodo de esgoto compostado foram semelhantes. O substrato comercial (T5) se assemelhou aos tratamentos com misturas para todos os macronutrientes, exceto para o P, onde T2 acumulou mais (Tabela 6).

Tabela 6. Acúmulo de macronutrientes da parte aérea de mudas de *E. urograndis* (mg/muda).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	7,7	1,3 ab	6,4 a	5,5 a	1,9	1,2 a
T2	7,2	1,7 a	4,9 ab	4,8 ab	1,8	1,0 ab
T3	5,5	1,3 ab	4,0 ab	3,7 abc	1,6	0,8 ab
T4	5,4	1,4 ab	3,7 b	3,2 bc	1,5	0,7 ab
T5	4,2	0,9 b	2,8 b	2,4 c	1,3	0,6 b
CV (%)	28,8	22,7	26,1	25,3	30,0	30,7

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

Quanto ao acúmulo de micronutrientes na parte aérea, o B foi menor em função da redução do lodo de esgoto compostado, todavia, somente T1 e T2 diferiram de T5. Quanto ao Cu, o T2, com maior acúmulo, diferiu de T4 e T5. Quanto ao Fe, o T2 diferiu dos demais tratamentos, com o maior acúmulo deste nutriente. O maior acúmulo de Mn foi observado nas plantas cultivadas com o 100% lodo compostado (T1). O Zn semelhante ao que aconteceu com o B, decresceu em função da redução de lodo de esgoto na composição, todavia de uma forma mais acentuada, sendo que T5 foi semelhante somente a T4 (Tabela 7). Este fato comprova que o substrato de lodo de esgoto compostado apresenta teores mais elevados de micronutrientes.

Tabela 7. Acúmulo de micronutrientes da parte aérea de mudas de *E. urograndis* (µg/muda).

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	19 a	8 ab	432 b	366 a	58 ab
T2	17 a	12 a	878 a	121 b	75 a
T3	12 ab	7 abc	360 b	71 b	53 ab
T4	11 ab	6 bc	297 b	68 b	35 bc
T5	7 b	3 c	347 b	67 b	13 c
CV (%)	31	31	41	64	29

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

Para o acúmulo de macronutrientes nas raízes, o Mg foi o único nutriente que não diferiu entre os tratamentos (Tabela 8).

O maior acúmulo de N nas raízes foi encontrado nos tratamentos com lodo de esgoto compostado puro (T1) e na composição 3:1, lodo compostado e substrato comercial, respectivamente (T2).

Os nutrientes P, K, Ca e S apresentaram os mesmos resultados estatísticos entre os tratamentos, sendo que o aumento de lodo de esgoto compostado levou ao aumento no acúmulo destes nutrientes nas raízes.

Tabela 8. Acúmulo de macronutrientes nas raízes de mudas de *E. urograndis* (mg/muda).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	3,7 a	1,2 a	2,1 a	3,6 a	0,8	1,2 a
T2	3,3 a	0,9 ab	1,7 ab	2,9 ab	0,8	0,9 ab
T3	1,9 b	0,6 bc	1,0 bc	1,6 bc	0,5	0,5 bc
T4	1,3 b	0,4 c	0,7 c	1,0 c	0,4	0,3 c
T5	1,0 b	0,3 c	0,7 c	0,8 c	0,5	0,2 c
CV	29,6	27,4	32,6	32,8	33,6	34,8

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

O acúmulo de B e Fe nas raízes foram maiores em plantas produzidas em T1 e T2, sendo que T3 resultou em valores intermediários, assemelhando-se a todos os tratamentos (Tabela 9). O Cu e o Zn apresentaram comportamentos semelhantes, sendo o Zn com maior intensidade. Ambos acumularam maiores quantidades em função do aumento de lodo de esgoto compostado, uma vez que este apresenta altos teores originalmente na sua composição (Tabela 2). O acúmulo de Mn nas raízes foi superior nas mudas produzidas com o lodo de esgoto compostado (T1). À medida que diminuiu a proporção do lodo, os valores reduziram, sendo semelhantes aos do substrato comercial (T5).

Tabela 9. Acúmulo de micronutrientes nas raízes de mudas de *E. urograndis* (µg/muda).

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	11 a	34 a	1732 a	75 a	378 a
T2	11 a	21 ab	1661 a	37 b	259 ab
T3	6 ab	11 bc	1186 ab	23 bc	172 bc
T4	4 b	6 c	690 b	15 c	95 cd
T5	3 b	2 c	451 b	11 c	11 d
CV (%)	38	44	30	31	33

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

No acúmulo total (Tabela 10) o único macronutriente que não diferiu entre tratamentos foi o Mg. Para o N e o P os tratamentos T1 e T2 apresentaram maior acúmulo que o substrato comercial (T5).

Quanto ao acúmulo de K, Ca e S, o tratamento T1 foi superior aos tratamentos com proporções menores de lodo e o substrato comercial não diferiu destes.

Rocha *et al.* (2013) obtiveram um maior acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S nas plantas de eucalipto com substrato a base de lodo de esgoto compostado quando comparado com substrato comercial.

Tabela 10. Acúmulo total de macronutrientes em mudas de *E. urograndis* (mg/muda).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	11 a	3 a	9 a	9 a	2,7	2,4 a
T2	11 a	3 a	7 ab	8 ab	2,6	1,9 ab
T3	7 ab	2 ab	5 bc	5 bc	2,1	1,3 bc
T4	7 ab	2 ab	5 bc	4 c	1,9	1,1 bc
T5	5 b	1 b	3 c	3 c	1,8	0,8 c
CV (%)	27	20	25	24	27	29

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

A medida que foi aumentando a concentração de lodo de esgoto compostado no substrato ocorreu um maior acúmulo de todos os micronutrientes nas plantas de eucalipto (Tabela 11). Nóbrega *et al.* (2007), concluíram que o lodo de esgoto foi capaz de fornecer nutrientes para as mudas de *Schinus terebinthifolia*.

Tabela 11. Acúmulo total de micronutrientes em mudas de *E. urograndis* (µg/muda).

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	30 a	43 a	2165 ab	442 a	436 a
T2	28 ab	33 a	2539 a	158 b	333 ab
T3	19 abc	18 b	1546 bc	94 b	225 bc
T4	15 bc	12 b	987 c	82 b	129 cd
T5	10 c	5 b	798 c	79 b	24 d
CV (%)	30	32	25	55	28

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

Os tratamentos T1, T2 e T3 obtiveram um teor de N no substrato superior aos outros dois tratamentos (Tabela 12). A diferença entre o substrato no início e no final do experimento foi de 0,09; 0,03; 0,13; 0,13 e 0,03, respectivamente nos tratamentos de maior para o de menor porcentagem de lodo. Estas mudas após irem para o campo estarão absorvendo o N proveniente do substrato. As plantas dos tratamentos T1 e T2 absorveram 57% a mais de N do que as plantas dos tratamentos T3 e T4. Em relação ao T5 este valor foi de 120% (Tabela 9). O substrato do tratamento 100% lodo compostado (T1) apresentava um teor de N e P_2O_5 bem superior ao substrato comercial (T5) (Tabela 1).

Os substratos T1, T2 e T3 favorecerão o processo de mineralização de N devido a sua baixa relação C/N (abaixo de 20). No substrato T4 não ocorrerá concorrência de N pelos microorganismos, porém ira diminuir o fornecimento de N para a planta por apresentar uma relação C/N de 29. Já no substrato T5 a planta dependerá totalmente do N fornecido por apresentar uma elevada relação C/N, ou seja, no plantio em campo terá que ser adicionado uma maior quantidade de N por planta.

Os teores de P_2O_5 foram decrescendo em função do aumento do substrato comercial. As diferenças do substrato no início do experimento e o substrato após o término do experimento foram: 0,11 (T1), 0,09 (T2 e T3), 0,28 (T4) e 0,24 (T5). Verifica-se que no tratamento T5 as plantas absorveram todo o P que estava no substrato, necessitando de maior quantidade deste elemento no plantio no campo (Tabela 12). As plantas dos tratamentos T1 e T2 absorveram mais P, sendo 50% a mais em relação a T3 e T4 e 300% a mais em relação a T5 (Tabela 10).

Para o K_2O verifica-se que as plantas absorveram todo o K presente no substrato e uma parte também pode ter sido lixiviado pela grande quantidade de água irrigada no experimento. Este nutriente deve ser reposto pela fertirrigação quando as plantas saírem da casa de sombra, favorecendo desta maneira o diâmetro de caule e melhorando a qualidade da muda. Silveira *et al.* (2003) concluíram que o K foi

o macronutriente mais extraído pelo eucalipto em mudas com 97 dias de idade.

O tratamento T1 obteve maior teor de Ca que os tratamentos T3, T4 e T5. As diferenças entre o substrato no início e final do experimento foram: 0,12 (T1), 0,16 (T2), 0,29 (T3), 0,17 (T4) e 0,30 (T5). As plantas do T1 absorveram três vezes mais Ca que as plantas do T5 e mesmo assim, os teores no substrato foram maiores no T1 em relação ao T5.

Diferentemente dos demais nutrientes, o teor de Mg foi crescente em função do aumento do substrato comercial nos tratamentos. Porém, o acúmulo de Mg nas plantas não diferiu entre tratamentos. A diferença do teor inicial de Mg para o teor final no substrato tanto T5 quanto no T1 foi de 0,14, por este motivo não alterou a absorção do Mg nos dois tratamentos.

Os teores de S foram semelhantes nos substratos que continham lodo. Comparando o substrato no início e no final do experimento, as diferenças foram de: 0,31 (T1), 0,34 (T2), 0,27 (T3 e T4), 0,04 (T5). As plantas do T1 acumularam três vezes mais S que do T5 (Tabela 10). A relação C/S do substrato T5 é de 318 e, nesta relação, o substrato não está mineralizando o S, ou seja, não está sendo disponibilizado para a planta. Já os outros tratamentos apresentam uma relação C/S abaixo de 200/1, favorecendo a disponibilidade de S para a planta pela mineralização. Quanto os teores de C não ocorreram diferença entre os tratamentos (Tabela 12).

Para o pH, a medida que foi aumentando a concentração do substrato comercial ocorreu um decréscimo no pH variando de 5 a 6,2. Segundo Valeri e Corandini (2000) os valores de pH dentro da faixa considerada adequada para o desenvolvimento das mudas é de 5,5 a 6,5 e os tratamentos que apresentaram esta faixa de pH foram o T1, T2 e T3, ou seja, foram os tratamentos que receberam uma maior quantidade de composto do lodo de esgoto. Garcia *et al.* (2009) observaram também um aumento do pH do solo com o uso do lodo de esgoto.

Tabela 12. Resultado de análise de macronutrientes no substrato após a condução do experimento (% na matéria seca).

Trat.	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	C	C/N	pH
T1	1,5 a	1,8 a	0,0	1,0 a	0,1 e	0,4 a	23,6	15 c	6,2 a
T2	1,4 a	1,3 b	0,0	0,9 ab	0,4 d	0,3 a	24,2	17 c	6,0 b
T3	1,3 a	1,1 b	0,0	0,7 bc	0,7 c	0,3 a	24,6	19 c	5,5 c
T4	0,9 b	0,4 c	0,0	0,7 c	1,0 b	0,2 ab	25,0	29 b	5,3 d
T5	0,5 c	0,0 d	0,0	0,5 c	1,5 a	0,1 b	25,5	47 a	5,0 e
CV (%)	10,4	19,7	0,00	13,3	12,2	37,1	8,1	14,4	1,2

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

O teor de Na foi maior nos tratamentos T1 e T2 e menor no T5 (SC) (Tabela 13). Ao longo do experimento houve lixiviação do Na, sendo perdidos 876 mg kg^{-1} (T1), 947 mg kg^{-1} (T2), 899 mg kg^{-1} (T3), 570 mg kg^{-1} (T4) e 425 mg kg^{-1} (T5) (Tabela 13).

Os teores de B e Mn foram maiores e semelhantes entre os tratamentos que continham até 50% de lodo em sua composição. Os teores de Cu, Fe e Zn foram maiores quanto maior a proporção de lodo no substrato (Tabela 13).

Tabela 13. Resultado de análise de micronutrientes no substrato (mg kg^{-1}), após a condução do experimento.

Tratamentos	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	220 a	123 a	228 a	25.138 a	233 a	1.383 a
T2	185 ab	119 ab	188 b	21.825 b	226 a	1.180 b
T3	160 b	115 ab	149 c	18.338 c	189 ab	891 c
T4	150 b	102 b	91 d	15.163 d	132 b	570 d
T5	95 c	82 c	8 e	9.925 e	117 b	45 e
CV (%)	11	8	10	5	21	8

T1 – 100% lodo compostado; T2 – 75% lodo compostado e 25% substrato comercial; T3 – 50% lodo compostado e 50% substrato comercial; T4 – 25% lodo compostado e 75% substrato comercial; T5 – 100% substrato comercial.

Segundo Rocha *et al.* (2013) as mudas de eucalipto produzidas nos tratamentos de substratos comerciais apresentaram os menores percentuais de sobrevivência no viveiro e menor desenvolvimento no viveiro. A adição do composto de lodo na composição do substrato proporcionou um percentual acima de 65%.

De forma geral a utilização do lodo de esgoto como substrato proporcionou melhor desenvolvimento das plantas, pois tem um melhor aproveitamento de nutrientes pelas plantas em relação à fertilização mineral, vistos que os mesmos estão em formas orgânicas e são liberadas gradativamente, suprindo de modo mais adequado as exigências nutricionais no decorrer do ciclo biológico (CARVALHO; BARRAL, 1981).

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem o viveiro da Fazenda Santa Maria da Floresta por ceder o viveiro para a instalação deste experimento.

CONCLUSÕES

O uso do lodo de esgoto no substrato proporcionou melhor qualidade de muda, desenvolvimento de plantas e produção de matéria seca.

O uso do lodo de esgoto proporcionou maior acúmulo no tecido vegetal de N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn.

O substrato com lodo de esgoto no final do experimento obteve maiores teores de N, P_2O_5, Ca, S, Na, B, Cu, Fe, Mn, Zn e pH e menor teor de Mg.

REFERÊNCIAS

ABREU, A.H.M.; OLIVEIRA, R.R.; ABEL, E.L.S.; LIMA FILHO, P.; LELES, P.S.S. Biossolido e substrato comercialna produção de mudas de *Schinus Terebenthifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira,** v.38, p.1-10, 2018. https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201501066

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Vegetal. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes:** métodos oficiais. Brasília: LANARV, 1988. 104p.

CABREIRA, G. V.; LELES, P.S.S.; ALONSO, J.M.; ABREU, A.H.M.; LOPES, N.F.; SANTOS, G.R. Biossolido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**. v.47, n.2, p.165-176, 2017. https://doi.org/10.5380/rf.v47i2.44291

CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; LÜBE, S.G.; GOMES, D.R.; GONÇALVES, E.O.; ALVES, A.F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta,** Curitiba, v.42, p.77-84, 2012. https://doi.org/10.5380/rf.v42i1.26302

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N.; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas aroeira vermelha. **Scienthia agraria**, v.9, n.1, p.27-33,2008. https://doi.org/10.5380/rsa.v9i1.9898

CARVALHO, P.C.I.; BARRAL, M.F. Aplicação de lodo de esgoto com fertilizante. **Fertilizantes,** v.3, n.2, p. 1-4, 1981.

CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; GUERRERO, C.R.A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de sete-caças (*Samanea inopinata* (Harms) Duke). **Revista Árvore**, v.30, p.537-546, 2006. https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000400006

D'AVILA, F.S.; PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; BARROS, N.F.; LEITE, F.P. Efeito do potássio na fase de rustificação de mudas clonais de eucalipto. **Revista Árvore**, v.35, n.1, p.13-19, 2011. https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000100002

DELARMELINA, W.M.; CALDEIRA, M.V.W.; FARIA, J.C.T; GONÇALVES, E.O. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania Virgata* (Lav.) Pers. **Revista Agroambiente,** Roraima, v.7, p.184-192, 2013. https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i2.888

DEL QUIQUI, E.M.; MARTINS, S.S.; PINTRO, J.C.; ANDRADE, P.J.P.; MUNIZ, A.S. Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringa, v.26, p.293-299, 2004. https://doi.org/10.4025/actasciagron.v26i3.1826

FARIA, J.C.T.; CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; LACERDA, L.C.; GONÇALVES, E.O. Substratos a base de lodo de esgoto na produção de mudas de *Senna Alata.* **Comunicata Scientiae,** n.4, p. 342-351, 2013.

GARCIA, G.O.; GONÇALVES, I.Z.; MADALÃO, J.C.; NAZARO, A.A.; BRAGANÇA, H.N. Características químicas de um solo degradado após a aplicação de lodo de esgoto doméstico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa,** v.4, n.2, p.1-12, 2009.

GONÇALVES, F.C.M.; ARRUDA, F.P.; SOUZA, F.L.; ARAUJO, J.R. Germinação e desenvolvimento de mudas de pimentão *Curbanelle* em diferentes substratos. **Revista Mirage (UFG)**, v.9, n.1, p.35-45, 2016.

GONZAGA, M.I.S.; MACKOWIAK, C.; ALMEIDA, A.Q.; CARVALHO JUNIOR, J.I.T. Sewage sludge derived biochar and its effect on the growth and norphological traits of *Eucaliptus grandis* w. hill ex maiden seeding. **Ciência Florestal**, v.28, n.2, p.687-695, 2018. https://doi.org/10.5902/1980509832067p

HECK, K.; MARCO, E.G.D.; HAHN, A.B.B.; KLUGE, M.; SPILKI, F.R.; SAND, S.T.V.D. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.54-59, 2013. https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100008

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and Cooper treatment on morphology of conifer seedlings. *In*: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, Roseburg. **Procedings**... Fort Collins: USDA Forest Service, 1990. p. 218.

JANUARIO, G.F.; FERREIRA FILHO, S.S. Planejamento e aspectos ambientail envolvido na disposição final de lodos da estação de tratamento de agua da região metropolitan de São Paulo**. Engenharia sanitaria Ambiental**, v.12, n.2, p.117-126, 2007. https://doi.org/10.1590/S1413-41522007000200002

LOBO, T.F.; OLIVEIRA, F.C.; MORGADO, B.T.; SIQUEIRA, M.V.B.M. Diferentes misturas de substratos com lodo de esgoto compostado enriquecido e substrato comercial em quaresmeira. **Fronteira: Journal of social, technologicas Science,** v.7, n.1, p.326-340, 2018. https://doi.org/10.21664/2238-8869.2018v7i1.p326-340

MAFIA, R.G.; ALFENAS, A.C.; SIQUEIRA, L.; FERREIRA, E.M.; LEITE, H.G.; CAVALLAZZI, J.R.P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore,** v.29, p.947-953, 2005. https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000600014

MALAVOLTA, E.; VITTI G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

NADAI, F.B.; MENEZES, J.B.C.; CATAO, H.C.R.M.; ADVINCULA, T.; COSTA, C.A. Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de produção de substrato. **Revista Agroambiente**, v.9, n.3, p.261-267, 2015. https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i3.2348

NOBREGA, R.S.A.; VILAS BOAS, R.C.; NÓBREGA, J.C.A.; PAULA, A.M.; MOREIRA, F.M.S. Utilização de biossolido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius raddi*). **Revista Árvore**, n.31, p.239-246. 2007. https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000200006

ROCHA, J.H.T.; BACKES, C.; DIOGO, F.A.; PASCOTTO, C.B.; BORELI, K. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira,** n.33, p.27-36. 2013. https://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.73.331

ROS, C.O.D.; REX, F. E.; RIBEIRO, I.R.; KAFER, P. S.; RODRIGUES, A.C.; SILVA, R.F.; SOMAVILLA, L. Uso de substrato compostado na produção de mudas de *Eucalyptus dunni* e *Cordia trichotoma*. **Floresta Ambiente**, v.22, n.4, p.549-558, 2015. https://doi.org/10.1590/2179-8087.115714

SCHER, M.B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K.G. Substrato a base de lodo compostado na produção de mudas de Parapiptadenia regida (Bebth) Brenan. **Scientia Forestalis**, v.38, p.637-644, 2010.

SILVA, F.A.M.; NUNES, G.M.; ZANON, J.A.; GUERRINI, I.A.; SILVA, R.B. Residuos agroindustriais e lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Eucaliptus urograndis*. **Ciência Florestal,** v.28, n.2, p.827-835, 2018. https://doi.org/10.5902/1980509832101

SILVEIRA, R.L.V.A.; LUCA, E.F.; SILVEIRA, L.V.A.; LUZ, H.F. Matéria seca, concentração e Acúmulo de nutrientes em mudas de *Eucaliptus grandis* em função da idade. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.1, p.136-149, 2003.

SOUZA, A.N.; ALMEIDA, D.M.; BRAGA, R.S.S.; BARBOSA JUNIOR, V.C.; SANTANA, J.A.S.; CANTO, J.L. Produção de mudas de *Moringa oleífera* em diferentes concentrações de lodo. **Diversitas Journal**, v.5, n.3, p.1504-1522, 2020. https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i3-958

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, I.A. Uso de biossolido como substrato para a produção de mudas de eucalipto**. Scienthia Forestalis**, v.1, p.150-162, 2003.

VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiro para a produção de mudas de Eucaliptus e Pinus. *In*: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.168-190.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. **Silvicultura clonal:** princípios e técnicas. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 30p.