

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

USO DE BIOSSÓLIDO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
EUCALIPTO (*Citriodora hook*)

CLEIDSON APARECIDO DONIZETI TOMAZ

UBERLÂNDIA - MG
ABRIL DE 2017

CLEIDSON APARECIDO DONIZETI TOMAZ

USO DE BIOSSÓLIDO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
EUCALIPTO (*Citriodora hook*)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia, na
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.
Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

CLEIDSON APARECIDO DONIZETI TOMAZ

USO DE BIOSSÓLIDO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
EUCALIPTO (*Citriodora hook*)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia, na
Universidade Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 05/04/2017

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo
Orientador

Ana Carolina Pereira de Vasconcelos
Membro da Banca

Thiago Prudente Siqueira
Membro da Banca

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho:
Aos meus pais, Francisco e Maria Isabel, meu porto seguro e exemplo de vida, por
estarem sempre ao meu lado me apoiando em todos os momentos.
Minhas irmãs, Cristiane e Josilene, meus sobrinhos, Alan, Ayla e Ainã, por sempre
estarem rezando por mim e enviando energias positivas,
E a toda minha família e amigos, por sempre estarem rezando por mim.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus, por me conduzir sempre pelos melhores caminhos.

Gostaria de agradecer ao professor

Reginaldo de Camargo por me dar a oportunidade de fazer parte de sua equipe.

Gostaria de agradecer o senhor Alirio Coromoto Dobain Maldonado, idealizador do projeto.

Gostaria de agradecer algumas pessoas que ajudaram a execução do projeto, Marco

Aurélio P. Raimundo, Lucas Andrade Barbosa, Douglas Prates Oliveira, Thiago

Prudente Siqueira e Domingo da Costa Ferreira Junior.

Sumário

RESUMO	7
Abstract	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. Revisão Literária	12
2.1 Escolha da produção de Mudas de Eucalipto	12
2.2 Aspectos Botânicos do Eucalipto	12
2.3 Introdução do Eucalipto no Brasil.....	13
2.4 Importância e aspectos socioeconômicos do Eucalipto e do Biossólido.....	13
2.5 Importância do tratamento térmico	14
3.MATERIAS E MÉTODOS.....	15
3.1 Local e época de estudo	15
3.2 Sistema de produção de mudas	15
3.3 Delineamento experimental.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFERÊNCIAS	25

Resumo

Devido ao aumento da população no mundial e deposição de dejetos produzidos nas residências e indústrias, a utilização do biossólido na atividade agrícola se torna cada dia mais comum, sendo uma das alternativas mais sustentáveis para o manejo do lodo de esgoto produzido. O objetivo deste trabalho foi analisar a utilização de biossólido no desenvolvimento e qualidade das mudas de eucalipto produzidas em tubetes. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Federal de Uberlândia, utilizando o substrato da empresa Bioplant® e Biofertilizante adquirido na estação de tratamento de esgoto do DMAE de Uberlândia. Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2x5. Os tratamentos foram realizados em dois tipos de mudas (C^{MG} ; C^{SP}) de eucalipto, e cinco doses de biossólido (0; 5; 10; 15; 20%), com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de cinco tubetes, contendo uma muda por tubete que foram acondicionados em bandejas de polipropileno, obtendo-se 200 células. Aos 120 dias foram avaliados os parâmetros altura, diâmetro de colo, massa de matéria seca de raiz, parte aérea e índice de robustez das mudas produzidas. Ocorreu maior incremento linear na altura e no diâmetro de colo nas mudas C^{MG} , e houve maior incremento linear de massa de matéria seca na parte aérea nas mudas de C^{SP} .

Palavras-chave: Biofertilizante, energia, agricultura, sustentável

Use of biosolids in the production of eucalyptus (*Eucalyptus citriodora* hook)

Abstract

Due to the increase of the world population and the deposition of waste produced in the residences and industries, the use of biosolids in the agricultural activity becomes more and more common, being one of the most sustainable alternatives for the management of sewage sludge produced. Aiming at this work, to analyze the use of biosolids in the development and quality of eucalyptus seedlings produced in tubes. The experiment was carried out in a greenhouse at the Federal University of Uberlândia, using the substrate of the company Bioplant® and Biossolid purchased at the sewage treatment plant of the DMAE in Uberlândia. The treatments were carried out in two types of eucalyptus seedlings (CMG, CSP), and five doses of biosolid (0, 5, 10, 15, 20%) With four replicates, generating 40 plots. Each plot was constituted of five tubes, containing one molt per tube. They were packed in polypropylene trays, yielding 200 cells. At 120 days, the characteristics height, diameter of the colon, root dry mass, aerial shoot mass and robustness index of the seedlings produced were evaluated. The biosolids showed that their use as a substrate increased linear development of eucalyptus seedlings due to the composition of nutrients and organic matter. There was more linear growth in the height and the lap diameter in the CMG seedlings, and there was more linear growth of shoot dry mass in the CSP seedlings.

Key-Words: biofertttxxxx , sewage, energy, agriculture, sustainable

1. INTRODUÇÃO

O Biossólido é a denominação dada ao lodo de esgoto produzido nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), tratado com secagem, solarização, compostagem, vermicompostagem e caleação (NASCIMENTO et al., 2011).

Em decorrência do desenvolvimento urbano e industrial a um aumento na quantidade de lodo produzida e o uso deste subproduto, vem se mostrando como alternativa viável na composição de substrato para produção de mudas, na recuperação de áreas degradadas e na utilização para formulação de adubos organominerais para serem utilizados na agricultura e pecuária. Este composto age como um condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato e do solo, podendo apresentar algo entre 40 a 80% de matéria orgânica, além da incorporação dos macronutrientes (nitrogênio e fósforos) e dos micronutrientes (zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio) (BETTIOL; CAMARGO, 2006).

Segundo Quintana (2011), esses componentes são capazes de proporcionar efeitos benéficos ao solo que não acontecem com a adição de adubos industriais, gerando um residual orgânico e conservando a umidade por mais tempo, dessa forma, o lodo de esgoto pode ser comparado a um fertilizante potencial.

Segundo (PAULA JUNIOR et al., 2004), a geração de grandes volumes de lodo, assim como seu processamento e disposição, apresentam-se como o problema mais complexo para a engenharia sanitária, dessa forma, sua disposição final é uma questão de extrema importância.

De acordo com (BETTIOL; CAMARGO, 2006), o uso agrícola do lodo de esgoto como adubo orgânico é considerado hoje alternativa promissora de disposição final desse resíduo.

Devido essa preocupação, o uso do Biofertilizante se torna uma alternativa adequada para auxiliar no aumento da produção, reduzindo a extração de recursos naturais e diminuição dos custos de produção. Segundo Carneiro (1995), o lodo possui maior quantidade de matéria orgânica, quando comparado a outros resíduos aplicados na agricultura, como bagaço de cana, que possui no máximo de 20%. O teor de

nutrientes é elevadíssimo, chegando a apresentar entre 5% e 7,5% de nitrogênio a ser disponibilizado às plantas no prazo de três anos, ou 50 a 75 quilos por tonelada de lodo.

Em uma cultura de cana de açúcar, aplica-se por hectare a média de 30 a 60 quilos de nitrogênio, que entra como fertilizante químico. No caso do lodo de esgoto, como são utilizadas cerca de 20 toneladas desses resíduos por hectare, estaríamos aplicando de 1.000 a 1.500 quilos de nitrogênio, um teor bastante elevado, comparado à adubação química, (Carneiro, 1995)

Os países que mais fazem uso da aplicação de lodo de esgoto no solo para agricultura são Estados Unidos, Dinamarca, Canadá, Suécia, União Européia e em pequena escala o Brasil, (LANGENKAMP; PART, 2001).

O uso do Biofertilizante gerou projeções crescentes em seu uso e apresentam no ano de sua publicação, os números estimados para 2005, principalmente dos países membros da Comunidade Européia. (ver Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa para produção de lodo e sua utilização na agricultura na União Européia em 2005.

País	Total lodo (ton)	Produção (kg/pessoa/área-1)	Disposição na agricultura (ton)	% da utilização
Alemanha	2786	34	1391	50
Áustria	196	24	68	35
Bélgica	160	16	47	29
Dinamarca	200	38	125	63
Espanha	1088	28	589	54
Finlândia	160	31	115	72
França	1172	19	765	65
Grécia	99	9	7	7
Holanda	401	25	110	27
Irlanda	113	31	84	74
Luxemburgo	14	35	9	64
Reino Unido	1583	27	1118	71
Portugal	359	33	108	30

Fonte: (LANGENKAMP; PART, 2001).

Tal potencial já foi demonstrado para diversas culturas, como eucalipto (CAMPOS; ALVES, 2008), cana-de-açúcar (MARQUES et al., 2007), milho (GOMES et al., 2007), entre outras. Muitas espécies apresentaram respostas positivas ao

biossólido, como *Toona ciliata* (CALDEIRA, 2012), *Schinus terebynthifolius* (NÓBREGA et al., 2007) e *Acacia* sp. (CUNHA et al., 2006).

Segundo (CUNHA et al., 2005), é de fundamental importância a definição de protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo e em condições acessíveis. Por essas razões, substratos alternativos como o biossólido e sua quantidade no composto, devem ser estudados visando melhorar a produção e baratear os custos, se enquadrando nas legislações vigentes.

A resolução N° 375, de 29 de agosto de 2006, descrita no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 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. Esta resolução regulamenta os procedimentos para desinfecção e quais origens do lodo de esgoto que podem ser utilizados na agricultura.

Uma vez que o uso agrícola de lodo de esgoto envolve a adição de nutrientes e matéria orgânica ao solo, o Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento (MAPA) incluiu lodo de esgoto na Instrução Normativa (N°15, de 24 dezembro de 2004, em resposta ao Decreto N° 4954) que regulamenta o registro de fertilizantes orgânicos. Outra Instrução Normativa do MAPA, que definirá os limites máximos de contaminantes que os fertilizantes orgânicos, incluindo lodo de esgoto, podem apresentar para serem registrados, foi submetida à consulta pública (Portaria N°49, de 25 abril de 2005) e deverá ser publicada em 2006. Dessa maneira, para se obter o registro do lodo de esgoto junto ao MAPA, uma série de regras deverá ser respeitada, tanto em relação às garantias dos benefícios, como teor de nutrientes, como em relação à presença de contaminantes, como teor de metais pesados (SIMÕES et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi analisar o uso do biossólido inativado microbiologicamente por meio de secagem térmica, em diferentes doses no substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* hook, utilizando clones dos estados de São Paulo e Minas Gerais.

2. Revisão de Literatura

2.1 Escolha da produção de Mudas de Eucalipto

A escolha da produção de mudas de eucalipto, utilizando o Biossólido, derivado do lodo de esgoto tratado, foi devida sua grande importância no reflorestamento, capacidade produtiva e suas diversas formas de uso, podendo ser destinado para fabricação de papel, celulose, construção civil, fábrica de móveis, fábrica de automóveis e demais outras formas na cadeia produtiva.

2.2 Aspectos Botânicos do Eucalipto

O eucalipto é uma árvore pertencente à família das *Myrtaceae*, gênero *Eucalyptus* e tem sua origem na Austrália, Nova Guiné, Indonésia e Timor. Sendo uma planta que se adapta praticamente a todas as condições climáticas. Sua copa possui folhagem persistente, cujas folhas são cobertas por glândulas que segregam óleo e, quando jovens, são opostas, entre arredondadas e ovais. Com um ou dois anos de crescimento, essas folhas passam a apresentar uma nova forma, alternando entre lanceoladas e falciformes, estreitas e pendidas a partir de longos e recém-surgidos pecíolos, ocorrendo na maioria das espécies de eucalipto. Um fato curioso relacionado à folhagem do eucalipto é que, enquanto as folhas adultas não surgirem, essas árvores não florescerão (CUNHA et al., 2006).

As cascas destas árvores, ou o súber, possui um ciclo anual e pode ser classificada como lisa ou enrugada. A troca desta casca se diferencia de acordo com o tipo sendo que, enquanto a casca lisa cai praticamente por inteiro, deixando uma

superfície plana e manchada, a casca enrugada seca lentamente agarrada ao caule persistentemente. As cascas enrugadas podem ser fendidas, duras, tessaladas, em cofre ou faixa (CUNHA et al., 2006).

As de casca fendida possuem longas fibras e um ritidoma espesso e de textura esponjosa, enquanto que as de casca dura são de aspecto rugoso e profundamente fendido, cujo ritidoma é geralmente saturado por uma resina produzida pela planta, um fenômeno que lhe dá uma coloração vermelha escura, quase negra. As tessaladas têm a casca fragmentada, lembrando um mosaico e semelhante à cortiça, cujos fragmentos caem com o tempo. Já as cascas em cofre, compostas por fibras de curta dimensão, apresentam em alguns casos uma tesselação e, as em faixa, ainda que com certa aderência em determinados pontos do caule, saem na forma de peças longas e estreitas, que podem ser faixas, fitas resistentes ou em pedaços encaracolados (CUNHA et al., 2006).

2.3 Introdução do Eucalipto no Brasil

A introdução do eucalipto iniciou-se no Brasil em 1904, por meio do engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade que buscava uma madeira com características que atendessem as necessidades da Companhia Paulista de Ferro (GARCIA; PEREIRA, 2010).

Por causa de suas características e propriedades o eucalipto passou a ser utilizado na metade do século 20 como matéria-prima para a produção de celulose e papel (GARCIA; PEREIRA, 2010).

Em 2010 a produção de área plantada com eucalipto no Brasil atingiu 4.754.334 ha, sendo os maiores produtores os estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Paraná, com 86,10% dos plantios com eucalipto (ABRAF, 2011).

2.4 Importância e aspectos socioeconômicos do Eucalipto e do Biossólido

Hoje o *Eucalyptus* sp é uma espécie de grande interesse econômico, pois supre as necessidades de matéria-prima para indústrias de papel, celulose, siderurgia a carvão vegetal, lenha, compensados e lâminas e, painéis reconstituídos (MEWES et al., 2011).

Como uma das grandes preocupações, devido ao aumento dos desmatamentos e suprir a necessidade de madeira, produzir florestas energéticas ou árvores florestais destaca-se a produção de mudas de qualidade que são utilizadas para o plantio, a tecnologia de plantio que tem dado mais sucesso no campo esta sendo o sistema de produção de mudas embaladas com a utilização de tubetes (SIMÕES, 1987).

O substrato utilizado para a produção de mudas deve possuir características desejáveis, como a capacidade de sustentar a planta e podem ter na sua composição casca de pinus, terra de subsolo, solo de barranco, composto orgânico, casca de arroz carbonizada e vermiculita (GARCIA; PEREIRA, 2010).

O fornecimento de nutrientes disponibilizado pelo lodo de esgoto para as culturas de cana-de-açúcar, milho, sorgo e azevém demonstram resultados positivos (MARQUES et al., 2007). Existem informações sobre aproveitamento do lodo para arroz, aveia, trigo, pastagens, feijão, soja, girassol, café e pêssego, entre outras culturas (BETTIOL; CAMARGO, 2006).

A resposta das mudas de eucalipto ao biofertilizante varia conforme a espécie explorada, (GARCIA et al., 2010), utilizando o biofertilizante com doses gradativas em mudas de *Eucalyptus grandis*, obtiveram aumento da área foliar, massa seca total, razão de área foliar e taxas de crescimento relativo e absoluto.

Foram observaram efeitos positivos do Biofertilizante na produção de mudas do híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* sem adição de adubos químicos, (ROCHA et al., 2013).

Dentre as várias espécies utilizadas no Brasil, a espécie *Eucalyptus citriodora* Hook é de grande importância, sendo sua madeira destinada principalmente para construções, estruturas, caixotarias, portes, dormentes, mourões, além da lenha e do carvão (FERREIRA, 1979).

2.5 Importância do tratamento térmico do lodo de esgoto

Um dos maiores problemas encontrados no lodo de esgoto é a presença de ovos de helmintos que se mostram extremamente resistentes nestes ambientes, onde apenas um ovo de helminto pode se instalar em um hospedeiro e provocar a infecção (ANDREOLI et al., 1994).

A descontaminação do lodo de esgoto elimina ovos viáveis de parasitas como helmintos, concentrações de agentes patogênicos, como vírus, enterobactérias e cistos de protozoários (ANDREOLI et al., 1994).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e época de estudo

O experimento foi realizado em casa de vegetação durante o período de quinze de setembro de dois mil e dois à vinte de janeiro de dois mil e treze, no Instituto de Ciências Agrárias - ICIAG, da Universidade Federal de Uberlândia – UFU – localizada no município de Uberlândia-MG, com coordenadas geográficas de dezoito graus, cinquenta e cinco segundo e quarenta e oito graus e dezesseis segundos. O clima predominante é o tropical semi úmido. Ver fonte

3.2 Sistema de produção de mudas

As mudas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora hook*) foram produzidas inicialmente em substrato comercial de Bioplant®, e durante o manejo foram irrigadas com água duas vezes ao dia (manhã, tarde).

Utilizaram-se sementes do município de Prata-MG (C^{MG}) e de Jaboticabal-SP (C^{SP}), que foram semeadas em bandeja de germinação o triplo de sementes necessárias, para serem transplantadas nos tubetes, selecionando assim as mais vigorosas de cada variedade. As sementes germinaram aos dez dias após a emergência (DAE) e aos vinte dias após a semeadura, foi feito desbaste e transplante das mudas mais vigorosas.

As mudas transplantadas foram colocadas em tubetes de polietileno de 125mL, preenchidos com substrato comercial (Bioplant®) e diferentes doses de biossólido.

3.3 Delineamento experimental

Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial 2x5, sendo os tratamentos compostos por dois tipos de mudas (C^{MG}; C^{SP}) de *Eucalipto citriodora hook*, e cinco doses de biossólido (0; 5; 10; 15; 20%) com quatro repetições, gerando 40 parcelas. Cada parcela foi constituída de cinco

tubetes, contendo uma muda transplantada por tubete. Os tubetes foram acondicionados em bandejas de polipropileno obtendo-se 200 células. Tabela 2.

T N°	TRATAMENTOS
T 1	Testemunha (Somente Substrato)
T 2	Substrato e 5% de Biossólido = (6,25mL)
T 3	Substrato e 10% de Biossólido = (12,5mL)
T 4	Substrato e 15% de Biossólido = (18,75mL)
T 5	Substrato e 20% de Biossólido = (25mL)

O volume de Biossólido descrito na Tabela 2 é dado pelo volume do tubete utilizado de 125mL, sendo assim calculados seguindo as porcentagens, estipuladas no trabalho.

A irrigação das mudas ocorreu duas vezes ao dia, durante um período de 120 dias. O biossólido foi obtido por meio do tratamento térmico do lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto Aclimação do DMAE- Departamento de Água e Esgoto, localizado no município de Uberlândia-MG (MALDONADO, 2004).

Aos 120 dias após semeadura foram realizadas as medições de altura da parte aérea com auxílio de uma régua milimetrada medindo-se da base do colo até a gema apical que deu origem a última folha e o diâmetro de colo foi obtido por meio de um paquímetro digital de precisão. Após as medições, as mudas foram cortadas, suas raízes foram lavadas e levadas junto com a parte aérea à estufa com circulação de ar a 80°C até atingir o peso constante, para que fosse feita a quantificação de massa de matéria seca radicular e de parte aérea.

Os dados obtidos foram submetidos à análises estatísticas utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2011), efetuando-se análise de regressão para as doses de biossólido e teste de Tukey ao nível de 0,05.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os valores médios referentes aos parâmetros analisados nas mudas de *E. citrodora* hook. Verificou-se que a aplicação de biofósforo foi significativa para todos os parâmetros avaliados. Houve interação significativa entre os clones e as doses de biofósforo para os parâmetros altura, diâmetro de colo e peso de matéria seca de parte aérea, exceto peso radicular.

TABELA 3. Resumo das análises de variância para altura (cm), diâmetro (mm), peso aéreo e radicular (g kg⁻¹ de massa seca) obtidas durante o desenvolvimento de dois tipos de mudas de *E. citrodora* hook (C), em função de diferentes doses de biofósforo (D). Uberlândia - MG. 2012

Fatores de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Altura	Diâmetro	Peso aéreo	Peso radicular
Cultivar	1	22,35 ^{ns}	2,06*	0,83*	0,15*
Dose	4	486,47*	2,23*	2,56*	0,11*
D x C	4	96,78*	0,21*	0,13*	0,00 ^{ns}
Resíduo	30	11,33	0,06	0,04	0,00
CV%		9,22	8,56	18,25	17,87

NS, Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F

Para que sejam levadas ao campo mudas de qualidade, estas devem possuir de 15 a 40 cm de altura e diâmetro do colo maior do que 2 mm (Xavier et al., 2009). Segundo Wendling; Dutra, (2010) o diâmetro mínimo para o plantio é de 2 mm e altura de 15 cm como valor mínimo recomendado. Esses valores foram atingidos com todas as dosagens de biofósforo aplicadas aos dois clones estudados, exceto no diâmetro de C^{MG} com a dosagem de 5%.

Os resultados se opõem àqueles encontrados por Rocha et al. (2013). Em seu trabalho, os autores observaram que na produção de mudas do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* o substrato contendo 20% de biofósforo e 80% de casca de arroz carbonizada não apresentou resultados satisfatórios; apenas níveis de biofósforo acima de 40% demonstraram-se favoráveis ao desenvolvimento de mudas.

Avaliando o uso de biossólido na produção de mudas de *Acacia sp*, também demonstram melhores resultados com doses de lodo de esgoto maiores que 1/3 da composição do substrato. Entretanto, a proporção de biossólido ideal depende da espécie analisada e dos materiais empregados na mistura com o lodo (CUNHA et al., 2006).

A altura da parte aérea é um dos parâmetros mais importantes na avaliação da qualidade de mudas de eucalipto, podendo até ser o único parâmetro utilizado em avaliações (GOMES et al., 2002).

Foram verificadas as interações entre os clones e as doses de biossólido estudadas na variável altura, em ambos os clones foram observados uma tendência ao aumento desse parâmetro em função das doses de biossólido aplicadas, apresentando um comportamento linear no desenvolvimento da planta, de forma desejada.

Os resultados também condizem com os obtidos por (SILVA et al., 2004), que observaram que substratos contendo 15% de composto de lodo de esgoto resultaram em maior crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis*

Na Figura 1 observa-se que o aumento de 1% de biossólido no substrato reflete no crescimento de 1,36 cm na altura da parte aérea das mudas de *Eucalipto citriodora hook* C^{MG} e 0,50 cm nas mudas de C^{SP}. Figura 1.

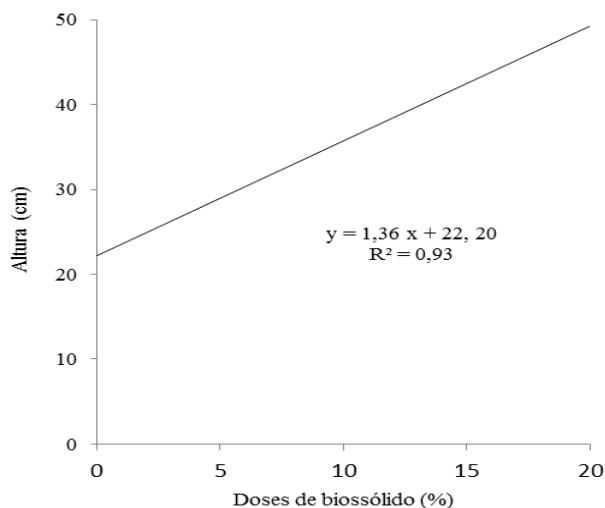


Figura 1. Altura (cm) de mudas (C^{MG}) de eucalipto submetidas a diferentes doses de biossólido

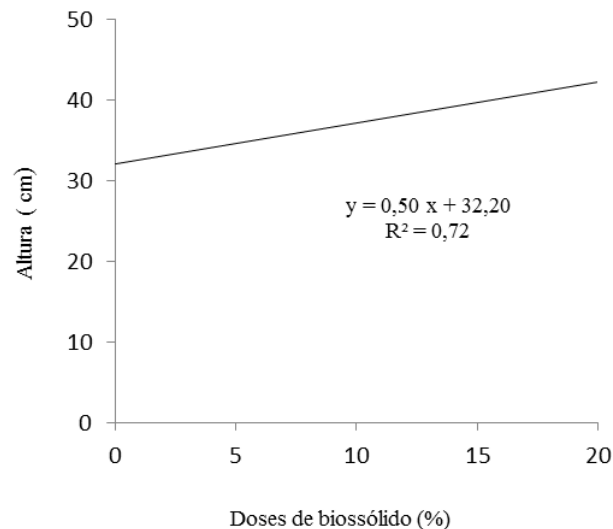


Figura 2. Altura (cm) de mudas (C^{SP}) de eucalipto submetidas a diferentes doses de biofósforo

Analisando-se a variável diâmetro de colo, observou-se que houve interação entre os fatores clones e doses de biofósforo. Segundo Carneiro (2003), o diâmetro de colo é o mais indicado para averiguar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, devido a capacidade da mesma tolerar a ação dos ventos e demais intemperes no campo e também é o mais usado para determinar as doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção de mudas.

Em observação (CAMARGO et al., 2010), notaram que a adição de até 10% de biofósforo no substrato de mudas de pinhão-mansão resultava nos maiores diâmetros. Segundo os mesmo autores, que defendem a potencialidade de baixas doses de biofósforo, a adição de 1% de biofósforo acima de 10%, acarretou na redução de 0,05 mm no diâmetro das mudas de pinhão-mansão.

Os resultados apresentaram um padrão linear de crescimento para o diâmetro, como pode ser verificado na Figura 3 e 4. Podendo concluir que ao aumento de 1% de biofósforo na composição do substrato, há um aumento de 0,08 cm no diâmetro das mudas *Eucalypto citriodora* hook de C^{MG} na Figura 3. Enquanto que as mudas de C^{SP} respondem com um aumento de 0,05 cm, na Figura 4. Resultados condizentes foram obtidos por (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003).

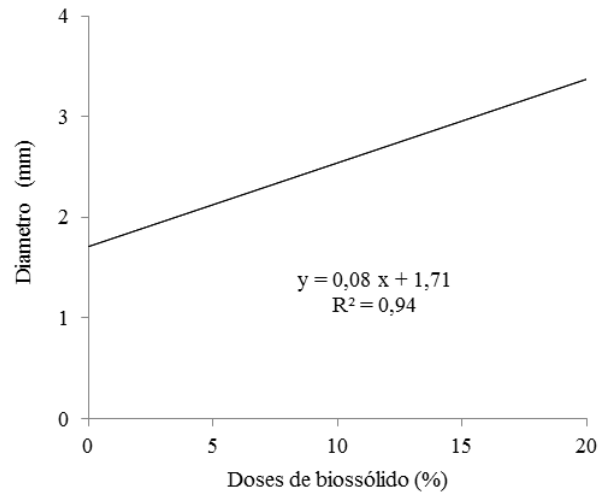


Figura 3. Diâmetro (mm) de mudas (C^{MG}) de Eucalipto submetidas a diferentes doses de biofósforo

Apesar de o biofósforo ser rico em nutrientes, ele não proporciona boas condições físicas ao substrato devido à sua fina granulometria. Doses muito elevadas reduzem a macroporosidade do substrato, e consequentemente a capacidade de infiltração da água e aeração, inibindo o crescimento da planta (CAMARGO et al., 2013)

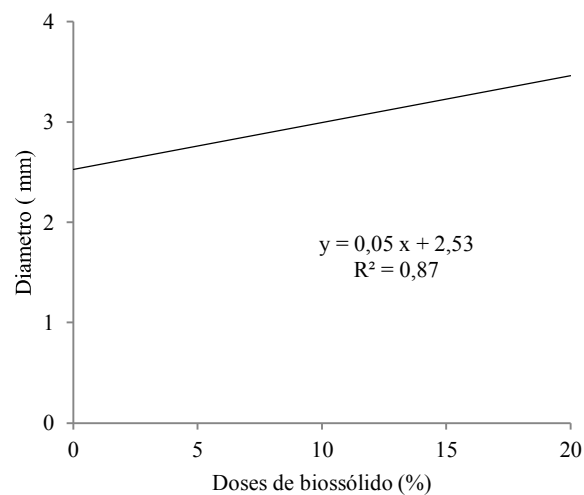


Figura 4. Diâmetro (mm) de mudas (C^{SP}) de Eucalipto submetidas a diferentes doses de biofósforo

Carneiro (1995) estabeleceu que a relação entre a altura (H) medida em centímetros e o diâmetro (D) medido em milímetro, das mudas deve se situar no

intervalo entre 5,40 e 8,10. Resultados acima dessa faixa indicam um crescimento vertical excessivo não acompanhado de desenvolvimento adequado do diâmetro, o que torna as mudas sensíveis à elementos climáticos como chuvas e ventos (NÓBREGA et al., 2007).

Neste experimento, as mudas de eucalipto apresentaram relação H/D acima dessa faixa, possivelmente em função do estiolamento ocorrido por problemas com a iluminação da casa de vegetação. A relação H/D obtida para cada muda de *Eucalipto citriodora hook* em função das diferentes dosagem de biofósforo é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Relação de altura e diâmetro (H/D) para diferentes cultivares de eucalipto citriodora hook com diferentes doses de biofósforo

Doses de biofósforo	Relação H/D da (C ^{MG})	Relação H/D da (C ^{SP})
0	13,30	13,56
5	12,90	11,78
10	14,20	12,79
15	14,70	11,36
20	15,50	12,97

Os resultados obtidos demonstraram interação significativa entre os materiais de eucalipto empregados e as doses de biofósforo. A Figura 5 demonstra que o crescimento do peso seco da parte aérea foi linear, apresentando um incremento de 0,06 gramas em mudas de *Eucalipto citriodora hook* C^{MG} e 0,09 gramas em C^{SP} na Figura 6, a cada 1% de biofósforo adicionado ao substrato.

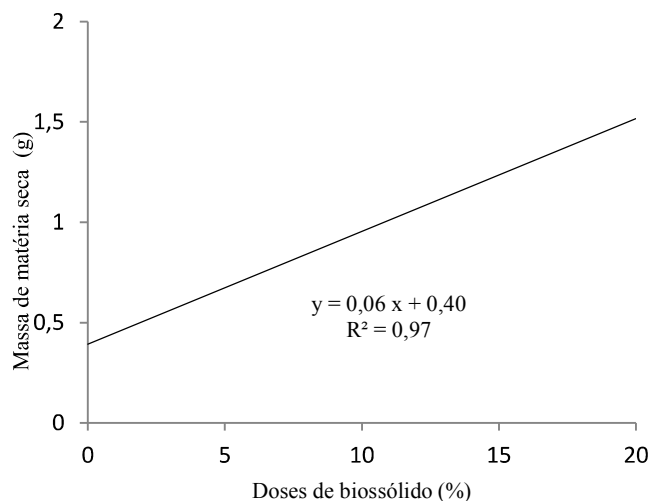


Figura 5 – Massa de matéria seca da parte aérea (g) de mudas (C^{MG}) de eucalipto submetidas a diferentes doses de biossólido

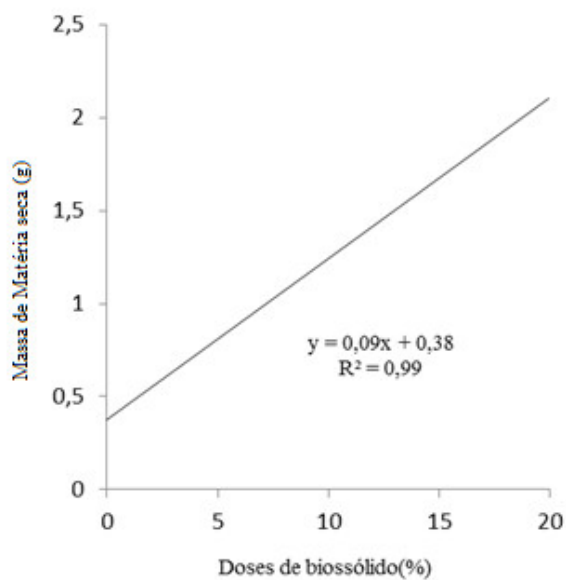


Figura 6 – Massa de matéria seca da parte aérea (g) de mudas (C^{SP}) de eucalipto submetidas a diferentes doses de biossólido

O parâmetro Massa de matéria seca de raízes foi o único em que não houve interação significativa entre os fatores doses de biossólido e cultivar, podendo ter como possíveis causas o tamanho do tubete, onde foram conduzidas as mudas, assim limitando o desenvolvimento das raízes. Conforme estudos de (SIMÕES et al., 2012), o desempenho do sistema radicular é um fator fundamental para a qualidade da muda que será levada ao campo.

Outros casos em que baixas doses de biossólido apresentaram resultados satisfatórios quanto ao desenvolvimento vegetativo das raízes são encontrados na literatura. (FAUSTINO et al., 2005) concluíram que na produção de mudas de *Senna siamea*, os melhores índices de massa de matéria seca da parte aérea e radicular foram obtidos com substratos compostos de 25% de biossólido com 25% de pó de coco.

Já (NÓBREGA et al., 2007), estudando o efeito de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira, estimou um valor máximo de 0,23 g para peso radicular sob a dose de 28% de biossólido.

Neste estudo, uma das possíveis explicações é a elevada concentração de fósforo no biossólido empregado (2,30% - base seca). Segundo (SCHAWAMBACH et al., 2005), deficiência de fósforo nas fases de indução e formação radicular promove redução do comprimento das raízes.

Caldeira (1998) defende que a relação massa seca de raiz/ massa seca de parte aérea deva ser de 0,5. Entretanto, a relação matéria seca de raiz/matéria seca da parte aérea neste estudo apresentou valores abaixo desse ideal, evidenciando o maior desenvolvimento da parte aérea em relação às raízes, em todas as dosagens de biossólido estudadas.

Uma causa dessa discrepância pode ser a elevada concentração de potássio no substrato (4%), o que tende a prejudicar o número de raízes (SCHAWAMBACH et al., 2005).

Os resultados obtidos demonstram que o emprego de biossólido na composição do substrato incrementa o desenvolvimento inicial de mudas de *Eucalyptus*, principalmente devido ao ganho de nutrientes e matéria orgânica que o substrato confere a um custo relativamente baixo.

Entretanto, deve ser ressaltado que os valores apresentados correspondem ao biossólido produzido na ETE Aclimação de Uberlândia, MG e as condições fornecidas pela casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia. Antes de realizar a recomendação de uso de biossólido para produção de mudas, devem ser realizadas análises de teores nutricionais e metais pesados, pois esses valores podem variar de acordo com as regiões, resultando em diferentes respostas das mudas (NÓBREGA et al., 2007).

5. CONCLUSÕES

A utilização do biossólido, como Biofertilizante, melhoraram as características agronômicas das mudas, permitindo que as mesmas atingissem parâmetros ideais para serem levadas a campo.

6. REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C.V. et al. **Bases para o uso Agrícola do lodo de Esgoto da ETE-Belém** in Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis: SC, 1994.

ABRAF, **Anuário estatístico da ABRAF 2011**. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Florestas Plantadas no Brasil. Brasília, 2011.

BETTIOL, W; CAMARGO, O. A. A, **Disposição de Lodo de Esgoto em Solo Agrícola**. Lodo de esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006, p 25-36.

CALDEIRA, M. V. W.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; DELARMELINA, W. M.; SPERANDIO, H. V.; TRAZZI, P. A. **Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* VAR. australis**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.36, n.6, p.1009-1017, 2012.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; OLIVEIRA, L. S. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto**. Floresta, v. 28, p. 19-30, 1998.

CAMARGO R.; MALDONADO A. C. D.; SILVA P. A.; COSTA T. R. **Biossólido como substrato na produção de mudas de pinhão-manso**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.14, n.12, p.1304–1310, 2010.

CAMARGO, R.; MALDONADO, A. C. D.; DIAS, P. A. S.; SOUZA, M. F.; FRANÇA, M.S. **Diagnose foliar em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) produzidas com biossólido**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.17, n.3, p.283-290, 2013.

CAMPOS, F.S. ; ALVES, M. C. **Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.1389-1397, 2008.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle da qualidade de mudas florestais**. In: Trigueiro, R. M.; Guerrini, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. Scientia Forestalis n. 64, p. 150-162, 2003.

- CARNEIRO, J. G. DE A.; **Produção e qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UNEF, 451p, 1995. 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-MG, v.30, n.2, p.207-214, 2006.
- FAUSTINO, R.; KATO, M. T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. **Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Senna siamea* Lam.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.278-282, 2005.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR: A Computer Statistical Analysis System.** (UFLA) . 2011.
- FERREIRA, M. **Escolha de espécies de eucalipto.** Piracicaba: ESAUQ-USP. Série Técnica-IPEF, v.47, p.1-29, 1979.
- GARCIA, G. O; GONÇALVES, I. Z; MADALÃO, J. C; NAZARIO, A. A; REIS, E. F. **Crescimento de mudas de eucalipto submetidas à aplicação de biossólidos.** Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 1, p. 87-94, 2010.
- GARCIA, J. N.; PEREIRA, M, G. **O Eucalipto e a pequena propriedade rural.** Piracicaba: ESALQ, 2010. 59p.
- 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-MG, v.26, n.6, p.655-664, 2002.
- GOMES, S. B. V; NASCIMENTO, C.W.A.; BIONDI, C.M. **Produtividade e composição mineral de plantas de milho em solo adubado com lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.5, p.459-465, 2007.
- MALDONADO, A.C.D. **Secagem de lodo de reator anaeróbio em secador rotativo com recheio de inertes.** Uberlândia: UFU, 2004. 133p. Dissertação de Mestrado
- MARQUES, M. O. ; BELLINGIERI, P. A. ; MARQUES, T. A. ; NOGUEIRA, T. A. R. **Qualidade e produtividade da cana-de-açúcar cultivada em solo com doses crescentes de lodo de esgoto.** Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 111-122, 2007.

- MEWES, W. L. C. ; TEIXEIRA, M.M.; FERNADES, H.C.; CECON, P.R.; ALVARENGA, C.B. **Deposição de calda em eucalipto, utilizando pulverização pneumática**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 283-288, 2011
- NASCIMENTO, A. L. ; SAMPAIO, R. A. ; BRANDAO JUNIOR, D. S. ; ZUBA JUNIOR, G. ; FERNANDES, L. A. **Crescimento e produtividade de semente de mamona tratada com lodo de esgoto**. Revista Caatinga, v. 24, p. 145-151, 2011.
- 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 terebynthifolius* Raddi)**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.239-246, 2007.
- PAULA JUNIOR, D. R.; MORAES, L. M.; CAMARGO, S. A. R.; NOUR, E. A. A.; ROSTON, D. M. **Estabilização de lodos de esgoto utilizando reatores anaeróbios seqüenciais (Sistema RAS)**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 1, p. 40-46, 2004.
- QUINTANA, N. R. G; CARMO, M. S; MELO, W. J. **Lodo de esgoto como fertilizante: produtividade agrícola e rentabilidade econômica**. Nucleus, v.8, n.1, abr.2011
- ROCHA, J. H. T.; CLARICE, B. C.; DIOGO, F. A.; PASCOTTO, C. B.; BORELLI, K. **Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto**. Pesquisa florestal brasileira, v. 33, n. 73, p. 27-36, 2013.
- SCHAWAMBACH, J.; FADANELLI, C.; FETT NETO, A. G. **Mineral nutrition and adventitious rooting in microcuttings of *Eucalyptus globulus***. Tree Physiology, Oxford, v. 25, p. 487-494, 2005.
- SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. **Alternativa agronômica 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.
- SILVA, W.T.L.; SALLES, L.C.; NOVAES, A P.; MARTIN NETO, L.; MILORI, D. M. B.P.; SIMÕES, M.L.; HANEDA, R.N.; FIALHO, L.L. **Potencialidade do uso de composto produzido a partir de lodo de esgoto urbano e poda verde de árvore**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. 5p (Circular Técnica, 25).

SIMÕES, D. ; SILVA, R.B.G. DA. ; SILVA, M.R. **Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophilla* S. T. Blake.** Revista Ciência Florestal, V 22, n 1, p. 91-100, 2012.

SIMÕES, J.W. **Problemática da produção de mudas em essências florestais.** Piracicaba: ESALQ-USP. Série Técnica – IPEF, v. 4, n. 13, p. 1-7, 1987.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. **Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto.** Scientia Forestalis, v.16, n. 64, p.150-162, 2003.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto.** Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 184 p.

Disponível em; http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_64.pdf. Acesso em 23 de abril de 2014.

Disponível em; <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>. Acesso em 23 de abril de 2014.

Disponível em; <http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/v15/avalaparampag77.html>. Acesso em 08 de maio de 2014.

Disponível em; https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Pires_lodoID-0L1Y8Wo2Vx.pdf. Acesso em 08 de maio de 2014