

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS –
AGRONOMIA

**Utilização de resíduos de suinocultura na produção de mudas
de eucalipto**

Autora: Jane Cecília Oliveira Guimarães

Orientador: Prof. DSc. Leandro Carlos

Rio Verde-GO

Agosto-2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS –
AGRONOMIA

Utilização de resíduos de suinocultura na produção de mudas de eucalipto

Autora: Jane Cecília Oliveira Guimarães

Orientador: Prof. DSc. Leandro Carlos

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Área de tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água.

Rio Verde-GO

Agosto-2017

G963u GUIMARÃES, JANE CECÍLIA OLIVEIRA
 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE SUINOCULTURA NA
 PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO / JANE CECÍLIA
 OLIVEIRA GUIMARÃES; orientador LEANDRO CARLOS; co-
 orientador CARLOS RIBEIRO RODRIGUES. -- Rio Verde,
 2017.
 49 p.

 Dissertação (Mestrado em CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
 AGRONOMIA) -- Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio
 Verde, 2017.

 1. BIODÉTRITOS. 2. NUTRIÇÃO. 3. ANATOMIA. 4.
 FISIOLOGIA. I. CARLOS, LEANDRO, orient. II.
 RODRIGUES, CARLOS RIBEIRO, co-orient. III. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS –
AGRONOMIA

**Utilização de resíduos de suinocultura na produção de mudas
de eucalipto**

Autora: Jane Cecília Oliveira Guimarães

Orientador: Prof. Dr. Leandro Carlos

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água.

APROVADA em 31 de agosto de 2017.

Dr. Gisele Cristine de O. Menino

Avaliador externo

IF Goiano – Campus Rio Verde

Prof. Dr. Sebastião Carvalho Vasconcelos

Filho

Avaliador interno

IF Goiano – Campus Rio Verde

Prof. Dr. Leandro Carlos

Presidente da banca/ Orientador

IF Goiano – Campus Rio Verde

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelas graças concedidas.

A minha família, meus pais Geder Borges Guimarães (*in memoriam*) e Edvânia Maria de Oliveira Guimarães e minha irmã Bruna Oliveira Guimarães, pelo apoio em todos os momentos, conselhos, companheirismo e incentivo para superar todas as dificuldades.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, pela oportunidade de qualificação profissional e crescimento pessoal.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador professor Leandro Carlos, pela oportunidade, confiança, paciência, ensinamentos e contribuições desde meu ingresso no mestrado.

Ao meu coorientador, o professor Carlos Ribeiro Rodrigues, pelo apoio, incentivo, ensinamentos e contribuições para o meu futuro profissional e pessoal.

Ao Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, coordenado pelo professor Fabiano Guimarães Silva, Laboratório de Química Agrícola, Laboratório de Análise de Solo e Tecido Foliar, pelo suporte e parceria na execução desta pesquisa.

A todos os professores do PPGCA – Agronomia, pelas valiosas contribuições e ensinamentos que fortaleceram minha formação acadêmica e pessoal. E, a todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

JANE CECÍLIA OLIVEIRA GUIMARÃES, filha de Edvânia Maria de Oliveira Guimarães e Geder Borges Guimarães, nasceu no dia 08 de novembro de 1991, na cidade de Goiânia, Goiás.

Em fevereiro de 2010, ingressou no curso de Bacharelado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Goiás - Campus Jataí - Goiás, graduando-se em setembro de 2015.

Em setembro de 2015, iniciou no curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, sob a orientação do Professor Leandro Carlos.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES	XII
RESUMO	XI
ABSTRACT	XIII
1. INTRODUÇÃO GERAL	XV
1.1 Principais características do <i>Eucalyptus urograndis</i>	XV
1.2 Produção de mudas <i>Eucalyptus urograndis</i>	XV
1.3 Substrato para produção de mudas.....	XVI
1.4 Lodo suíno na produção de mudas.....	XVII
1.5 Características anatômicas e fisiológicas na produção de mudas de <i>E. urograndis</i> ..	XVIII
2.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	XVIII
3.OBJETIVO GERAL.....	XXII
CAPÍTULO I: CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE <i>Eucalyptus urograndis</i> SOB SUBSTRATOS ORGÂNICOS.....	I
RESUMO	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	5
4. CONCLUSÕES	9
5. AGRADECIMENTOS	10
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
CAPÍTULO II: RESPOSTAS ANATÔMICAS E FISIOLÓGICAS DE <i>Eucalyptus urograndis</i> SOB SUBSTRATOS ORGÂNICOS.....	13
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO.....	14

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1 Instalação do experimento.....	15
2.2. Análises fisiológicas.....	16
2.2.1 Medições de trocas gasosas e teor de clorofila.....	16
2.2.2 <i>Medições de fluorescência e clorofila a</i>	16
2.3 Análises anatômicas.....	17
2.3.1 <i>Caracterização morfoanatômica foliar</i>	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
3.1 Parametros fisiológicos.....	17
3.2 <i>Características anatomicas</i>	19
5. CONCLUSÕES.....	22
6. AGRADECIMENTOS.....	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CONCLUSÃO GERAL.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

	Página
CAPÍTULO I	
Tabela 1: Definição dos tratamentos utilizados para produção de mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i>	4
Tabela 2: Altura de diâmetro de mudas clonais de <i>Eucalyptus urograndis</i> , em diferentes períodos após a germinação.	5
Tabela 3: Massa Seca Foliar (MSF), Massa Seca Caulinar (MSC), Massa Seca Radicular (MSR), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) Massa Seca Total (MST), razão Raiz/Parte Aérea (R/PA), razão Altura/Diâmetro (H/D), Índice de Qualidade de Dickson (IQD) aos 150 dias em mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i> .	6
Tabela 4: Teor de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas folhas de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 150 dias nos diferentes tratamentos.	7
Tabela 5: Teor de micronutrientes: magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) nas folhas de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 150 dias nos diferentes tratamentos.	8
CAPÍTULO II	
Tabela 1: Definição dos tratamentos utilizados para produção de mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i>	16
Tabela 2: Taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (gs) e taxa de transpiração (E) em <i>Eucalyptus urograndis</i> nos diferentes tratamentos.	18
Tabela 3: Potencial quantitativo potencial de PSII (F_v / F_m), rendimento quântico efetivo de PSII ($\Delta F / F_m'$), taxa de transporte de elétrons (ETR) e coeficiente de extinção não fotoquímico (NPQ) em <i>Eucalyptus urograndis</i> nos diferentes tratamentos.	19
Figura 1: Alterações anatômicas em folhas eucalipto. (a) e (b) tratamento controle, (c) tratamento 2, (d) tratamento 3, (e) tratamento 4, (f) tratamento 5, (g) tratamento 6, (h) tratamento 7. (Ep ap) epiderme adaxial. (Ep ab) epiderme abaxial. (PP) parênquima paliçádico. (SP) parênquima esponjoso.	21
Tabela 4: Efeito do lodo suíno na estrutura foliar de eucalipto aos 150 dias de cultivo	22

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

A	Altura da planta	(cm)
D	Diâmetro do caule	(mm)
MSF	Massa seca de folhas	(g planta ⁻¹)
MSC	Massa seca do caule	(g planta ⁻¹)
MSR	Massa seca do raiz	(g planta ⁻¹)
MSPA	Massa seca da parte aérea	(g planta ⁻¹)
MST	Massa seca total	(g planta ⁻¹)
H/D	Altura/diâmetro	
R/PA	Raiz/parte aérea	
IQD	Índice de qualidade de Dickson	
N	Nitrogênio	(cmolc dm ⁻³)
K	Potássio	(cmolc dm ⁻³)
P	Fósforo	(cmolc dm ⁻³)
Ca	Cálcio	(cmolc dm ⁻³)
Mg	Magnésio	(cmolc dm ⁻³)
S	Enxofre	(mg dm ⁻³)
B	Boro	(mg dm ⁻³)
Fe	Ferro	(mg dm ⁻³)
Mn	Manganês	(mg dm ⁻³)
Cu	Cobre	(mg dm ⁻³)
Zn	Zinco	(mg dm ⁻³)
A	Taxa fotossintética	($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
E	Taxa Transpiratória	(mmol m ⁻² s ⁻¹)
ETR	Taxa relativa de transporte de elétrons	($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
F_v/F_m	Rendimento quântico máximo do fotossistema II	
g_s	Condutância estomática	(mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)
NPQ	Coefficiente de extinção não fotoquímica	
$\Delta F/F_m'$	Rendimento quântico efetivo	

RESUMO

GUIMARÃES, JANE CECÍLIA OLIVEIRA. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, agosto de 2017. **Utilização de resíduos de suinocultura na produção de mudas de eucalipto.** Orientador: DSc. Leando Carlos. Coorientador: DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues.

A madeira de *Eucalyptus urograndis* está entre as principais espécies florestais utilizadas no Brasil, esta espécie foi criada a partir do cruzamento entre *E.grandis* x *E. urophylla*, ela apresenta rápido crescimento, fácil adaptabilidade, atende a diversos requisitos tecnológicos dos diversos segmentos da produção industrial e madeireira. Desta forma a produção de mudas de boa qualidade para esta espécie são essenciais, sendo assim um bom substrato é essencial para o desenvolvimento de mudas. Atualmente existem no mercado, grande quantidade de substratos que são de origem orgânica e que vêm ganhando atenção das indústrias por serem muitas vezes mais baratos e de fácil manuseio, além de serem ecologicamente corretos e seu uso reduzir muitas vezes a poluição ambiental, dentre estes produtos pode-se citar a casca de arroz carbonizada, cama de frango, lodo suíno, dentre outros. Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes tratamento compostos de vermiculita e casca de arroz mais lodo suíno em diferentes proporções a fim de avaliar quais os melhores tratamentos para a produção de mudas de *E. urograndis*, de acordo com suas características de biometria, biomassa, nutrição foliar, anatomia e fisiologia. Realizou-se dois experimentos em que um se analisou o efeito biométrico, biomassa e nutrição foliar sob os diferentes tratamentos e o outro as características fisiológicas e anatômicas dentro de cada tratamento. O experimento foi instalado no Instituto Federal Goiano em Rio Verde, as sementes foram adquiridas no Ipef, geração melhorada F4 e colocadas para germinarem em tubetes de 50 cm³ de acordo com cada tratamento dentre os quais são T1 (100% vermiculita:+ casca de arroz), T2 (80% vermiculita:+ casca de arroz e 20% lodo suíno), T3 (60% vermiculita:+ casca de arroz e 40% lodo suíno), T4 (40% vermiculita:+ casca de arroz e 60% lodo suíno), T5 (20% vermiculita:+ casca de arroz e 80% lodo suíno), T6 (100% lodo suíno) e T7 ou

controle composto por produto comercial Bioplant, Foram feitas medições de altura e diâmetro mensalmente até completar o período de 150 dias, logo após as plantas foram retiradas e secadas para obtenção de valores de biomassa que correspondem a MSPA, MSC, MSR e MST a partir destes parâmetros foi possível obter a relação H/D, razão R/PA e IQD, foram realizadas análises de tecido foliar, análises fisiológicas e análises anatômicas. Em relação ao primeiro trabalho, foi possível observar que os tratamentos em que tiveram a adição de lodo suíno em sua formação, apresentaram melhores mudas dos que apenas vermiculita + casca de arroz ou Bioplant, sendo que o tratamento que apresentou melhores qualidades na muda para campo foi o tratamento 4. Já o segundo trabalho relacionado as características fisiológicas e anatômicas das mudas o melhor tratamento encontrado foi o T2.

Palavras-chave: Biosólidos, nutrição, anatomia e fisiologia

ABSTRACT

GUIMARÃES, JANE CECÍLIA OLIVEIRA. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, August of 2017. **Use of swine resíduos in the production of eucalyptus seedlings.** Advicer: DSc. Leandro Carlos. Co-Advicer: DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues.

The wood of *Eucalyptus urograndis* is among the main forest species used in Brazil, this species was created from the cross between *E. grandis* x *E. urophylla*, it has a fast growth, easy adaptability, meets the diverse technological requirements of the different segments of the industrial and wood production. In this way the production of seedlings of good quality for this species are essential, so a good substrate is essential for the development of seedlings. Currently there are a great number of substrates that are of organic origin and have been gaining attention of the industries because they are often cheaper and easier to handle besides being ecologically correct and their use often reduce the environmental pollution. Among these products there are the husk of charred rice, chicken bed, pork sludge among others. The objective of this work was to evaluate different treatments of vermiculite and rice husk plus pig sludge in different proportions in order to evaluate the best treatments for the production of *E. urograndis* seedlings according to their characteristics of biometrics, biomass, foliar nutrition anatomy and physiology. Two experiments were carried out in which one analyzed the biometric effect, biomass and leaf nutrition under the different treatments and the other the physiological and anatomical characteristics within each treatment. The experiment was installed at the Goiano Federal Institute in Rio Verde, the seeds were purchased by IPEF improved generation F4 and placed to germinate in tubes of 50 cm³ according to the following treatments: T1 (100% vermiculite: + rice husk), T2 (80% vermiculite: + rice husk and 20% pork sludge), T3 (60% vermiculite: + rice husk and 40% pork sludge), T4 (40% vermiculite: + rice husk and 60% sludge, T5(20% vermiculite +rice husk and 80% sludge), T6 (100% pork sludge) and T7 or control composed of commercial product Bioplant. Each treatment was composed of 3 replicates that were composed of 5 plants giving a total of 105 seedlings placed randomly and alternately to avoid competition. Measurements of height and diameter were made monthly until the 150 day period, after the plants were removed and dried to obtain biomass values corresponding to MSPA,

MSC, MSR and MST, from these parameters it was possible to obtain the H / D, R / PA ratio and IQD, foliar nutrition of macro and micro nutrients and use of devices such as IRGA for the collection of physiological data and the Olympus microscope (BX61) for anatomical analysis. In relation to the first work, it was possible to observe that the treatments with the addition of pig sludge in their formation showed better seedlings than only vermiculite + rice husk or Bioplant, and the treatment that presented the best qualities in the seedling to the field was the treatment 4. The second work related to the physiological and anatomical characteristics of the seedlings, the best treatment was T2.

Key words: IQD, nutrition, anatomy and physiology

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Características gerais de *Eucalyptus urograndis*

O eucalipto é uma árvore nativa da Austrália, do Timor e da Indonésia, sendo exótico em todas as outras partes do mundo. Os primeiros plantios datam do início do século XVIII, na Europa, na Ásia e na África. Já no século XIX, começou a ser plantado em países como Espanha, Índia, Brasil, Argentina e Portugal (Wilken et al., 2008)

Atualmente, o país é um dos maiores produtores de floresta plantada no mundo e em 4º lugar no ranking mundial dos produtores de celulose. Em 2014, a produção brasileira de celulose totalizou 16,4 milhões de toneladas. E espera-se aumento dos plantios, ampliação e construção de fábricas, até 2020, estimando-se investimentos de R\$ 53 bilhões, segundo a Indústria Brasileira de Árvores (Ibá, 2017).

A espécie de eucalipto que vem se destacando no cenário silvicultural é o *Eucalyptus urograndis*, desde a década de 1980. O *Eucalyptus urograndis* é um híbrido desenvolvido no Brasil, através do cruzamento do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Atualmente mais de 600.000 ha são cultivados com este híbrido, constituindo a base da silvicultura clonal brasileira. O objetivo do cruzamento destas duas espécies é obter plantas com um bom crescimento, características do *E. grandis* e um leve aumento na densidade da madeira e melhorias no rendimento e propriedades físicas da celulose, características do *E. urophylla*. A rusticidade, propriedades da madeira e resistência ao déficit hídrico do *E. urophylla* também fazem parte deste interesse no cruzamento de *E. grandis* e *E. urophylla*. Seu uso é bem diversificado sendo ele utilizado na fabricação de papel e celulose, carvão vegetal, serraria em geral, entre outros.

1.2 Produção de mudas de *Eucalyptus urograndis*

Uma das grandes vantagens do eucalipto é a facilidade que essa planta oferece para a obtenção de cruzamentos entre diferentes espécies, processo conhecido como hibridação. Resultante da combinação entre o *Eucalyptus grandis* e o *Eucalyptus urophylla*, o chamado *Eucalyptus urograndis* é um dos híbridos de eucalipto mais conhecidos e usados no Brasil. Essa mistura reúne as melhores características do *E. grandis* (crescimento e qualidade da madeira) e do *E. urophylla* (adaptação e resistência a doenças, particularmente ao fungo causador do cancro do eucalipto). Essa espécie

geneticamente alterada é propagada principalmente por estaquia, mas também sendo utilizado sementes. (Wilkens et al., 2008).

Mudas por sementes: são obtidas pelo semeio em tubetes. Para serem de boa qualidade, devem ser produzidas considerando-se as boas práticas de viveiro. As sementes devem ser obtidas de fornecedores idôneos e certificados (Embrapa,2014)

Mudas obtidas por estaquia: são mudas produzidas geralmente por brotações de cepas de árvores adultas, ou a partir de mudas de clones já selecionados anteriormente que possuam boas qualidades, como bom crescimento e/ou resistência a pragas e doenças. Estas mudas terão as mesmas características da árvore das quais foram retiradas, e são chamadas de clones. Ao utilizar mudas produzidas com esta técnica, o produtor tem maior controle sobre as características de suas árvores, porém, geralmente, as mudas são mais caras. Mudas de clones são indicadas para se obter madeira de melhor qualidade ou para quem pretende implantar plantios comerciais de alta produtividade. No entanto, para que mudas de clones sejam boas, é preciso que se tenha certeza que elas foram avaliadas em plantios com condições de clima e solo similares aos do futuro local de plantio. (Embrapa,2014).

1.3 Substratos para produção de mudas

Segundo Caldeira et al. (2008) o substrato é definido como o meio adequado para produção de mudas, que deve possibilitar sustentação e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos tóxicos e condutividade elétrica adequada.

Na escolha de um substrato é necessário observar suas características físicas e químicas, a espécie a ser plantada, além dos aspectos econômicos, que são, baixo custo e grande disponibilidade (Trazzi, et al. 2013). O substrato é o fator que exerce grande influência sobre os resultados de desenvolvimento das mudas e podem ser utilizados vários materiais na sua composição original ou combinados.

A matéria orgânica que compõem os substratos têm a finalidade básica de aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas. Outras vantagens desse componente sobre o desenvolvimento das mudas são a redução na densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio (Caldeira,et al., 2008).

Ultimamente, a casca de arroz carbonizada passou a ser muito utilizada como substrato na produção de mudas, tanto misturada com outros componentes quanto na

forma pura, devido a suas características favoráveis. Possui pouca capacidade de reter água, propiciando drenagem rápida e eficiente e com isso proporcionando boa oxigenação para as raízes, elevado espaço para aeração, resistência a decomposição, boa estabilidade estrutural além de baixa densidade e pH próximo da neutralidade (Trazzi, et al. 2012).

Trazzi et al. (2013) salienta que além da utilização de substratos para o desenvolvimento de mudas, os resíduos agroindustriais estão sendo utilizados cada vez mais visando a redução dos custos de produção e da poluição ambiental. Com esse intuito vários trabalhos estão sendo realizados com resíduos orgânicos (Caldeira et al. 2008, Vieira et al. 2014) e biossólidos (Toledo et al., 2015).

1.4 Lodo suíno na produção de mudas

O Brasil possui o quarto lugar de criação de suínos do mundo, com um efetivo de 34 milhões de cabeças. Por outro lado, o Estado de Santa Catarina, com aproximadamente 4,5 milhões, é o maior produtor regional da América Latina. Por consequência, a suinocultura é um setor que contribui, de maneira significativa, com a economia estadual, apresentando importância social, econômica e cultural muito grande em regiões com tradição nesta atividade, porém é um setor com baixa qualidade ambiental, poluindo as águas, os solos, afetando a qualidade do ar nestas regiões, através da emissão de maus odores, e pela proliferação descontrolada de insetos, ocasionando muito desconforto ambiental às populações. (Filho, 2001)

Dartora (1998), afirma que há vários mecanismos que determinam a potencialidade dos dejetos de contaminar o ambiente, por exemplo: a forma que é edificado o local de armazenamento dos suínos, os tipos de bebedouros, o sistema de limpeza, enfim, o tipo de manejo dos dejetos influi no grau de poluição ou não.

Visando a transformação de agentes poluentes para que o material possa ser descartado da maneira correta ou reaproveitando no solo é possível desmembrar dois tipos básicos de tratamentos: físico e biológico.

O tratamento físico consiste na separação da porção líquida da porção sólida do dejetos, tal separação pode ocorrer através de decantação; peneiramento; centrifugação; separação química e desidratação (Embrapa, 1993).

Já o tratamento biológico abrange os microrganismos aeróbios e anaeróbios, os quais produzem um material estável sem patógenos através de técnicas de compostagem que abrange mudanças na temperatura, pH, umidade, aeração, nitrogênio, cálcio, fósforo,

e outros; diques de oxidação; tratamento completo anaeróbico, e este tem como produto o metano. Este gás é utilizado em larga escala em biodigestores. (Embrapa, 1993)

Rizzoni (2012), descreve que os biodigestores merecem destaque pois, além de serem capazes de gerar energia renovável eles possuem características sanitárias ofertando a reciclagem orgânica e de nutrientes dos dejetos que normalmente contaminariam potencialmente o meio ambiente.

1.5 Características anatômicas e fisiológicas na produção de mudas de *E. urograndis*.

A composição dos esterco é muito variável, sendo influenciada por vários fatores, como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material usado como cama, o tratamento dado à matéria-prima esterco, além de outros. Grande parte da quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio ingerida pelos animais adultos são eliminadas nas fezes e urina. A cama de aves apresenta, em média, 3,2% de N, 3,5% de P e 2,5% de K; o esterco fresco de bovinos, 1,4% de N, 0,8% de P e 1,4% de K e o esterco líquido de suínos, 0,45% de N, 0,4% P e 0,16% de K. (Mendonça et al,2013).

O nitrogênio (N) é constituinte de vários compostos orgânicos nas plantas, necessário para a síntese de aminoácidos, proteínas e nucleicos, e faz parte das moléculas de clorofila. Participa diretamente de diversos processos morfofisiológicos relacionados com fotossíntese, divisão e alongamento celular. Atua no sistema enzimático, durante o processo de assimilação de CO₂ nos sítios catalíticos da enzima carboxilase RuBP (ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase - Rubisco), enzima-chave na fixação de carbono durante o processo de fotossíntese (Mendes et al., 2013).

O fósforo (P), é absorvido de 80 a 90% pelas plantas na forma de H₂PO₄⁻ e HPO₄⁻², sendo móvel nos tecidos vegetais. Atua na maioria dos processos metabólicos de enzimas, participa da divisão celular, fotossíntese e respiração (Shabnam; Iqbal, 2016). Faz parte de vários compostos orgânicos envolvidos na fosforilação de fosfolípídeo, situado na membrana celular (etapa fotoquímica), necessária para a síntese de proteínas como o trifosfato de adenosina – (ATP) e difosfato de adenosina – (ADP) desfosforilado no ciclo de Calvin (fase redutiva do carbono) (Taiz; Zeiger, 2013).

O potássio (K) não têm nenhuma afinidade com outros compostos orgânicos e nem função estrutural na planta. Porém, participa na ativação de grande número de enzimas, como as desidrogenases, oxireduases, transferases, sintetases, quinases e aldolases. Atua no controle do potencial osmótico celular, manutenção do pH

citoplasmático mantendo o equilíbrio eletroquímico da planta, metabolismo de carboidratos, realização da fotossíntese e respiração (Sousa et al., 2014).

De acordo com Metcalfe e Chalk (1957), a família Myrtaceae caracteriza-se, principalmente, pela presença de cavidades secretoras de substâncias oleosas; mesófilo isobilateral a dorsiventral; tricomas simples; estômatos ranunculáceos, ocorrendo em ambas as superfícies de folhas adultas, e presença de cristais. O eucalipto apresenta cavidades secretoras lisígenas (Metcalfe e Chalk, 1957; Esau, 1974) que, na maioria das espécies estão localizadas abaixo da epiderme e distribuídas nos tecidos parenquimáticos; em algumas espécies, como *Corymbia citriodora*, essas cavidades são substituídas por emergências secretoras localizadas em ambas as faces da folha (Accorsi, 1941; Metcalfe e Chalk, 1957). A epiderme é revestida por cutícula, composta de cutina e ceras; o mesófilo é isobilateral quando a folha se encontra em formação, tornando-se dorsiventral posteriormente (Metcalfe e Chalk, 1957).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Accorsi WR. Contribuição para o estudo anatômico comparativo das espécies *Eucalyptus tereticornis* Smith e *Eucalyptus citriodora* Hooker. 1941. 104 p. Tese (functional) – Universidade de São Paulo- ESALQ, Piracicaba.

Agroteca Tanabi. Disponível em: <http://www.agrotecatanabi.com.br/vendasmudas_eucalipto.html005>. Acessado em 16 de novembro de 2016.

Alves JM, Leandro WM, Neto SASO, Leão AKM, Alves CCF, Souchie EL. Effect of base saturation and nitrogen dose on cultivation of crambe. *African Journal of Agricultural Research*, v. 10, n. 1, p. 14 – 22, 2015.

Caldeira, MVW, Rosa GN, Fenilli TAB, Harbs RM.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Revista Scientia Agraria*. v.9, n.1, p. 27-33, 2008.

Dartora V, Perdomo CC, Tumelero IL. Manejo de dejetos suínos. Porto Alegre: Emater - Rs, 1998.

Embrapa. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: Cnpisa, 1993.

Embrapa. Transferência de Tecnologia Florestal Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Brasília,DF.2014.

Esau, K. Anatomia das plantas com sementes; tradução: Berta Lange de Morretes. São Paulo, Editora: Edgard Blucher, 1974, 293 p.

Filho, PB, Castilhos Jr. AB, Costa RHR, Soares SR, Perdomo CC. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*. vol.5 no.1 Campina Grande Jan./Apr. 2001.

Ibá- Indústria Brasileira de Árvores. Disponível em: <http://iba.org/pt/sala-de-imprensa/releases/9-conteudo-pt/715-iba-publica-relatorio-anual-2016>. Acessado em : 22 de janeiro de 2017.

Mapa-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/suinocultura-abc/artigos>. Acessado em: julho/2106.

Mendes KR, Marengo RA, Magalhães NS. Crescimento e eficiência fotossintética de uso do nitrogênio e fósforo em espécies florestais da Amazônia na fase juvenil. *Revista Árvore*, v. 37, n. 4, p.707 – 716, 2013.

Mendonça AA, Santos GO, Morais WA. Identificação de nutrientes em adubos orgânicos produzidos de diferentes resíduos em processo de compostagem. *Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.12, n.6, p.638–644, 2013.

Metcalf CR, Chalk L. Myrtaceae. In: *Anatomy of the Dicotyledons*. v.1. Oxford: Clarendon Press, 1957. p.620-631.

Rizzoni LB et al. Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos. *Revista Científica Eletrônica De Medicina Veterinária*, Alfenas, Mg, p.7-8, 18 jan. 2012.

Sousa GG, Viana TVA, Pereira ED, Albuquerque AHP, Marinho AB, Azevedo BM. Fertirrigação potássica na cultura do morango no litoral Cearense. *Bragantia*, v. 73, n. 1, p. 1 – 6, 2014.

Shabnam R, Iqbal MT. Understanding phosphorus dynamics on wheat plant under split-root system in alkaline soil. *Brazilian Journal of Science and Technology*, v. 3, n. 19, p.1 – 16, 2016.

Shimoyama VR. Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* spp. 1990. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)

- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

Taiz L, Zeiger E. Fisiologia vegetal. v. 3, 5 ed. Porta Alegre: Artmed, 2013. 918p.

Toledo FHSF, Venturin N, Carlos L, Dias BAS, Venturin RP, Macedo RLG. Composto de resíduos da fabricação de papel e celulose na produção de mudas de eucalipto. Revista Agriamb, v. 19, n. 7, p. 711-716, 2015.

Trazzi PA, Caldeira MVW, Passos RR, Gonçalves EO. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.) Ciência Florestal, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 401-409, jul.-set., 2013.

Trazzi PA, Caldeira MVW, Colombi R, Peroni L, Godinho TO. Esterços de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. Sci. For., Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 455-462, dez. 2012.

Vieira CR, Weber OLS, Scaramuzza JF. Estudo de resíduos orgânicos como substrato para produção de mudas de paricá. Revista de Ciências Ambientais, v. 8, n. 2, 2014.

Wilken CF, Lima ACV, Dias TKR, Masson M V, Ferreira Filho PJ, Pogetto MHFA. Guia Prático de Manejo de Plantações de Eucalipto. Botucatu,SP.2008.

OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com este estudo avaliar as respostas biométricas, nutricionais, anatômicas e fisiológicas de *Eucalyptus urograndis*, identificando a eficiência de utilização de diferentes doses de lodo suíno e vermiculita + casca de arroz no desenvolvimento das mudas.

CAPÍTULO I

Crescimento e nutrição mineral de *Eucalyptus urograndis* sob substratos orgânicos

(Normas de acordo com a revista Floresta e Ambiente)

RESUMO

A produção de mudas de qualidade é uma das etapas importantes no estabelecimento de cultivos florestais, sendo que o uso de um bom substrato auxilia e muito no seu desenvolvimento. Pensando nisso, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes tratamentos compostos de lodo suíno, vermiculita e casca de arroz carbonizada no desenvolvimento biométrico e nutricional de mudas de *Eucalyptus urograndis*. Foram testados 7 tratamentos com diferentes quantidades de vermiculita + casca de arroz e lodo suíno em sua composição, nestes foram realizadas 3 repetições com 5 mudas cada, essas mudas foram acompanhadas por 150 dias com medições de altura e diâmetro mensalmente depois foram secas fazendo avaliações de biomassa, calculados padrões de qualidade de mudas e realização de análises nutricionais foliares. Desta forma, foi possível constatar que as mudas com lodo suíno apresentaram melhores desenvolvimentos de acordo com os parâmetros mencionados.

Palavra-chave: lodo suíno, qualidade de mudas, fertilização florestal.

Growth and mineral nutrition of *Eucalyptus urograndis* under organic
substrates

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate different treatments of pig sludge, vermiculite and carbonized rice husk in the biometric and nutritional development of *Eucalyptus urograndis* seedlings. The production of quality seedlings is one of the important stages in the establishment of forest crops, and the use of a good substrate helps in its development. This work studied different treatments being from 1 to 7 with different amounts of vermiculite + Rice husk and pig sludge in their composition, Treatments were in 3 replicates with 5 seedlings each one. These seedlings were evaluated for 150 days with measurements of height and diameter, monthly. After they were dried to biomass evaluations, to calculated quality standards of seedlings and to realize nutritional analyzes. In this way, it was possible to verify that the seedlings with pig sludge presented better developments according to the evaluated parameters.

Key words: Swine mud, seedling quality, forest fertilization.

1.INTRODUÇÃO

A madeira de *Eucalyptus urograndis* está entre as principais utilizadas no Brasil para o estabelecimento de florestas plantadas, sendo uma opção potencial das mais importantes, por apresentar rápido crescimento, fácil adaptabilidade aos diversos ambientes, atender aos requisitos tecnológicos dos diversos segmentos da produção industrial madeireira e contribuir, assim, para a redução da intensidade de exploração de florestas naturais (Lopes et al., 2011).

A produção de mudas de qualidade é uma das etapas importantes no estabelecimento de cultivos florestais, estando condicionada pelo uso de sementes idôneas e substratos de boa qualidade (Silva et al.,2014).

Para Caldeira et al. (2008), um bom substrato para a produção de mudas deve oferecer condições adequadas para sua sustentação e retenção de quantidades suficientes de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível e ausência de elementos químicos em níveis tóxicos. De acordo com Fernandes et al. (2006), uma ampla quantidade de substratos pode ser utilizada para a produção de mudas, tais como, turfa, areia, isopor, espuma fenólica, argila expandida, vermiculita, casca de arroz, casca de *Pinus*, fibra da casca de coco, serragem, entre outros.

Para atender à necessidade de produção de mudas, muitos esforços têm sido realizados para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção; dentre os fatores

que influenciam na qualidade, está o substrato, sendo este o meio em que as raízes se desenvolvem, fornecendo suporte estrutural às mudas e também as concentrações necessárias de água, oxigênio e nutrientes (Amorim, et al.,2005)

Dentre os elementos que podem ser utilizados na produção desses substratos estão o lodo suíno e a cama de frango e quando tratados de forma correta são fontes ricas de nutrientes para a produção de mudas. De acordo com Amorim et al. (2005), uma estratégia para o desenvolvimento da suinocultura com menor impacto ambiental ocasionado pela disposição inadequada dos dejetos no ambiente, é a adoção da reciclagem desses resíduos, de forma a permitir geração de energia renovável e/ou a estabilização da matéria orgânica, por meio da fermentação, antes do seu uso como adubo. De acordo com Sediyaama et al. (2008), o esterco de suínos é constituído pelas fezes dos animais que, normalmente, apresentam-se na forma pastosa ou sólida, enquanto os dejetos são constituídos de fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, pelos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo criatório.

Dessa forma, devem-se aumentar os estudos em relação aos substratos, a fim de apresentar novas possibilidades de formulação desse produto, como a utilização de resíduos agrofloretais e urbanos para a produção de mudas; esta representa uma alternativa viável, pois grandes volumes desses produtos são gerados, expressando um problema ambiental, se não for apresentado um destino final adequado (Silva, et al. 2014).

Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes tratamentos com substratos a base de lodo suíno no desenvolvimento biométrico e nutricional de mudas de *Eucalyptus urograndis*.

2.MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, localizado nas coordenadas (17°48'12.1"S 50°54'04.3"W). As sementes utilizadas no experimento foram do híbrido *Eucalyptus urograndis* obtidas através de pomar de sementes sendo a geração de melhoramento f4, compradas do ipef. A semeadura foi realizada de forma manual e diretamente no tubete de 50 cm³.

O experimento conteve 7 tratamentos (Tabela 1) e 3 repetições, sendo cada repetição com 5 unidades, com isso o experimento teve o total de 105 mudas. As mesmas foram dispostas de forma alternada na bandeja, a fim de evitar competição. Este experimento teve como base estatística o delineamento inteiramente ao acaso.

Os tratamentos constituíram da mistura de partes crescentes de lodo da suínocultura em um substrato base formado por 50% de vermiculita de textura média e 50% de casca de arroz carbonizada além de um controle (T7) com substrato comercial Bioplant (Tabela1).

Tabela 1. Definição dos tratamentos utilizados para produção de mudas de *Eucalyptus urograndis*.

Tratamento	Vermiculita + casca de arroz carbonizada	Lodo de suínocultura
T1	100%	0%
T2	80%	20%
T3	60%	40%
T4	40%	60%
T5	20%	80%
T6	0%	100%
T7	Bioplant	Bioplant

Com o substrato já preparado, foi feito o enchimento dos tubetes e a semeadura direta. As mudas foram formadas no viveiro com sistema de irrigação automática.

Foram feitas medições para determinar a altura da parte aérea (H) e diâmetro do colo (D). Realizaram-se medições de altura (H) e diâmetro (D) aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura, com o auxílio de uma régua milimétrica e um paquímetro digital. E, após os 150 dias foram realizadas as avaliações de massa seca foliar (MSF), massa seca caulinar (MSC), massa seca radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) que é a soma de folha mais caule e massa seca total (MST), que é o total de folha caule e raiz de cada muda.

Com base nos resultados obtidos, também foi calculado a relação altura/diâmetro (H/D), razão raiz/parte aérea (R/PA) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) obtido pela equação proposta por Dickson et al. (1960):

$$IQD = [MST / ((ALT/DIAM) + (MSPA/MSSR))]$$

Em que: IQD = Índice de Qualidade de Dickson; MST = Massa seca total (g); ALT = altura de plantas (cm); DIAM = diâmetro do colo (mm); MSPA = massa seca parte aérea (g); MSSR = massa seca do sistema radicular (g).

Para determinação dos nutrientes foliares, usou-se a metodologia do Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes conforme orientação da Embrapa Informação Tecnológica (Silva 2009).

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), com auxílio do programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de altura da parte aérea e do diâmetro de mudas de *Eucalyptus urograndis* nos tempos de 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a germinação são apresentadas na Tabela 2.

Em relação à altura os melhores tratamentos a partir dos 60 dias foram 2,3,4,5 e 6 mostrando que todos os tratamentos com adição de lodo foram melhores do que bioplant e sem lodo.

Já em relação ao diâmetro aos 150 dias o melhor tratamento foi o 4 (40% vermiculita + casca de arroz e 60% de lodo suíno) e, o que teve menor valor de diâmetro entre as medições foi o tratamento 1 (100% vermiculita + casca de arroz carbonizada).

Tabela 2: Altura e diâmetro de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis*, em diferentes períodos após a germinação.

Tratamento	30 Dias		60 Dias		90 Dias	
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
1	2,11 b	0,45 b	2,57 c	0,55 c	5,72 c	1,32 c
2	3,49 a	1,01 a	8,42 a	1,49 b	14,93 a	2,23 b
3	3,37 a	0,95 a	8,69 a	1,35 b	15,57 a	2,12 b
4	3,47 a	0,81 a	8,80 a	1,73 a	16,74 a	2,86 a
5	3,62 a	0,95 a	8,61 a	1,48 b	15,25 a	2,41 b
6	4,51 a	1,15 a	9,23 a	1,68 a	16,73 a	1,76 c
7	3,46 a	0,89 a	6,57 b	1,29 b	12,03 b	1,84 c
CV(%)	38,68	38,56	28,38	29,55	23,29	27,83
Tratamento	120 Dias		150 Dias			
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)		
1	18,30 c	1,73 c	27,02 b	3,44 c		
2	28,18 a	3,27 a	41,63 a	5,05 b		
3	25,17 b	3,24 a	36,73 a	4,65 b		
4	28,52 a	3,58 a	39,93 a	5,65 a		
5	27,62 a	2,99 b	39,20 a	4,56 b		
6	27,10 a	2,90 b	37,22 a	4,53 b		
7	25,35 b	3,03 b	35,14 a	4,70 b		
CV(%)	14,69	18,03	19,68	16,82		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância entre as alturas e diâmetros.

Para a altura em *Eucalyptus urograndis*, aos 90 dias verificou-se que a formulação de substratos dos tratamentos 2 ao 6 foram aptos para a produção de mudas, pois as mesmas apresentaram altura superior a 15 cm valor mínimo recomendado para o plantio em campo, segundo Wendling e Dutra (2010). Quanto ao diâmetro do colo, as mudas de *Eucalyptus urograndis* os tratamentos 2, 3, 4 e 5 apresentaram diâmetro mínimo recomendado para o plantio, e, segundo Wendling & Dutra (2010), é de 2 mm. Sendo que, aos 150 dias todos os tratamentos estão aptos ao plantio em campo. Isso pode ser um indicativo de que com os substratos utilizados as mudas estariam prontamente aptas a ir a campo, atendendo as características morfológicas mínimas, já aos 90 dias.

Em relação a biomassa (tabela 3) o melhor tratamento quando analisado a massa seca total é referente ao tratamento 2 e 4. Para *E. grandis* Titon et al. (2002) constataram que a mistura de casca de arroz carbonizada com vermiculita (1:1 v/v) proporcionou bom desenvolvimento do sistema radicular, auxiliando assim o maior acúmulo de biomassa na planta.

Tabela 3: Massa Seca Foliar (MSF), Massa Seca Caulinar (MSC), Massa Seca Radicular (MSR), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) Massa Seca Total (MST), razão Raiz/Parte Aérea (R/PA), razão Altura/Diâmetro (H/D), Índice de Qualidade de Dickson (IQD) aos 150 dias em mudas de *Eucalyptus urograndis*.

Tratamentos	MSF	MSC	MSR	MSPA	MST	R/PA	H/D	IQD
1	0,88 c	0,40 c	2,49 a	1,28 d	3,77 c	2,06 a	7,77 a	0,47 d
2	2,55 a	1,73 a	2,97 a	4,28 b	7,25 a	0,65 b	8,27 a	0,68 b
3	2,12 b	1,54 a	2,71 a	3,66 b	6,37 b	0,74 b	8,14 a	0,56 c
4	2,99 a	1,73 a	2,72 a	4,73 a	7,45 a	0,58 b	7,09 a	0,72 a
5	1,64 b	1,57 a	1,82 a	3,90 b	5,72 b	0,46 b	8,59 a	0,44 e
6	2,08 b	1,13 b	1,77 a	2,77 c	4,55 b	0,65 b	8,24 a	0,39 e
7	2,04 b	1,25 a	2,04 a	3,32 b	5,37 b	0,61 b	7,41 a	0,50 c
CV (%)	29,56	21,73	30,29	19,6	21,25	42,02	16,84	15,03

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Para Gomes et al. (2002), as mudas devem estar endurecidas no momento do plantio, ou seja, com maior biomassa, apresentando com isso maior resistência às condições adversas do campo, promovendo maior sobrevivência e evitando gastos com replantios. A quantificação da biomassa radicular, segundo Kratz (2013), sob o ponto de vista fisiológico, é de grande importância, uma vez que está diretamente ligada à

sobrevivência e crescimento inicial em campo, pela sua função de absorção de água e nutrientes.

Quanto ao IQD, os maiores valores foram observados no tratamento 4 (40% de vermiculita + casca de arroz e 60% de lodo suíno), (Tabela 3). Segundo a recomendação de Gomes e Paiva (2004), o IQD deve ter o valor mínimo de 0,20, de modo que todos os tratamentos analisados estão dentro do ideal. Já a relação R/PA o tratamento 1 foi considerado o melhor possivelmente por ter apenas vermiculita como substrato, sendo que a raiz não encontrou nenhum tipo de impedimento para o seu desenvolvimento, mas em contrapartida não teve a nutrição adequada fazendo que esse tratamento apresentasse as mudas com menor desenvolvimento da parte aérea. A relação H/D também conhecido como indicador de robustez nas mudas (Caldeira et al., 2007), nas mudas estudadas não mostrou diferença significativa em nenhum dos tratamentos, mostrando que as mudas estão aptas ao campo aos 150 dias.

Na tabela 4, são mostrados os dados referentes a análise nutricional das folhas e é possível observar que apenas potássio (K), nitrogênio (N) e fósforo (P), apresentaram dados significativos quando submetidos ao teste de Tukey.

Tabela 4: Teor de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas folhas de *Eucalyptus urograndis* aos 150 dias nos diferentes tratamentos.

Tratamento	N(g.kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	S (g kg ⁻¹)
1	10,43 a	1,14 c	4,75 b	18,16 a	5,23 a	0,48 a
2	9,42 a	1,95 b	7,46 a	17,17 a	5,72 a	0,54 a
3	9,14 a	2,34 a	4,67 b	16,36 a	5,78 a	0,58 a
4	6,58 d	1,92 b	4,00 c	12,74 a	5,60 a	0,45 a
5	7,07 c	1,90 b	5,50 b	13,43 a	5,63 a	0,50 a
6	8,54 b	1,99 b	6,16 a	11,69 a	5,67 a	0,46 a
7	8,40 b	1,57 b	4,66 b	14,33 a	5,34 a	0,47 a
CV(%)	7,27%	22,34%	11,56%	19,59%	3,29%	22,33%

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

A composição dos esterco é muito variável, sendo influenciada por vários fatores, como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material usado como cama, o tratamento dado a matéria-prima esterco, além de outros. Grande parte da quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio ingerida pelos animais adultos são eliminadas nas fezes e urina. A cama de aves apresenta, em média, 3,2% de N, 3,5% de P e 2,5% de K; o esterco fresco de bovinos, 1,4% de N, 0,8% de P e 1,4% de K e o esterco líquido de suínos, 0,45% de N, 0,4% P e 0,16% de K. (Mendonça et al,2013).

O tratamento 1 foi o que apresentou maiores valores de nitrogênio sendo estatisticamente igual aos tratamentos 2 e 3, o tratamento 4 é que apresentou as menores doses, isso pode ter acontecido por causa do efeito de diluição e o tratamento 4 apresentar maior crescimento em diâmetro e altura. Já, para fósforo, o tratamento 3 foi o que apresentou maior absorção deste nutriente.

Os níveis de potássio foram maiores nos tratamentos 2 e 6, comparando-se estes dados com os encontrados na biometria é possível analisar que estes mesmos tratamentos foram os que apresentaram maiores valores em altura.

Conforme Saidelles et al. (2009) a casca de arroz carbonizada corresponde a aproximadamente 20% do peso dos substratos. Segundo os autores acima, uma vez lançadas no meio ambiente, a casca de arroz carbonizada, devido à sua lenta biodegradação, permanecem inalteradas por longos períodos de tempo. A casca de arroz, quando carbonizada, apresenta alta capacidade de drenagem, fácil manuseio, peso reduzido, pH levemente alcalino, forma floculada, livre de patógenos e nematoides, teor adequado de K, N e Ca que são três macronutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal. E ainda apresenta as seguintes características físicas e químicas: densidade seca de 150g/l, capacidade de retenção de água de 53,9%, capacidade de troca de cátions de 5,5 meq/dl, pH em água de 7,4, teor de sais solúveis de 0,7 g/l, 0,7% de nitrogênio, 0,2% de fósforo e 0,32% de potássio.

Sediyama, et al. (2011), utilizando dejetos de suíno e bovino, cana-de-açúcar e casca de café verificaram que após o processo de compostagem houve aumento no pH e na concentração de alguns nutrientes, sendo eles N, P, Ca e Mg, além disso os autores destacam que após este processo a melhoria da qualidade dos adubos orgânicos é comprovada

Já em relação aos micronutrientes que foram significativos (Tabela 5), o Fe (ferro) apresentou maiores taxas de absorção nos tratamentos 1 e 7, ou seja, os tratamentos com lodo suíno apresentaram menores teores deste mesmo micronutriente, o Mn (manganês) no tratamento 5 e o Zn (zinco) nos tratamentos 1,3 5 e 7.

Tabela 5: Teor de micronutrientes: magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe). manganês (Mn) e zinco (Zn) nas folhas de *Eucalyptus urograndis* aos 150 dias nos diferentes tratamentos.

Tratamento	Mg (g kg ⁻¹)	Cu (mg.kg ⁻¹)	Fe(mg.kg ⁻¹)	Mn(mg.kg ⁻¹)	Zn(mg.kg ⁻¹)
1	5,23 a	6,11 a	34,87 a	56,15 b	67,26 a
2	5,72 a	10,34 a	21,44 b	49,38 c	40,82 b
3	5,78 a	12,55 a	21,85 b	44,26 c	48,88 a

4	5,60 a	11,16 a	21,36 b	29,62 d	30,69 b
5	5,63 a	10,34 a	23,25 b	63,78 a	43,33 a
6	5,67 a	9,98 a	22,22 b	29,39 d	38,69 b
7	5,34 a	10,19 a	32,48 a	27,61 d	45,44 a
CV(%)	3,29%	30,16%	15,30%	4,58%	18,33%

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Mendonça et al, (2013), avaliando o processo de compostagem de ramos podados e triturados de leucena com capim-elefante não encontrou diferença significativa entre os tratamentos que foram realizados na pesquisa para os elementos P, K, Ca e Mg, os autores descrevem que este fato ocorreu, pois, esses elementos são naturalmente de menor proporção sofrendo menos interferência pelos tratamentos quando comparados ao N e S.

Silva et al. (2008), não observaram diferenças estatísticas nos teores foliares de S para a produção de eucalipto, este fato foi explicado pelo motivo de que as árvores têm capacidade em manter equilíbrio entre os teores desse nutriente nas folhas, mesmo havendo maior disponibilidade do elemento no solo. Na pesquisa de Toledo (2013), buscando avaliar a aplicação de lodo de esgoto compostado na fertilidade do solo e no crescimento de Pinus e Eucaliptos, os valores das médias encontradas demonstraram que para alguns macronutrientes as médias calculadas aumentaram significativamente, sendo esses elementos o cálcio e o enxofre

Sediyama et al. (2008) em estudo de fermentação de esterco suíno como adubo orgânico encontraram como resultado ao longo do experimento elevação nos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, sendo assim possível afirmar que o lodo suíno pode ser uma alternativa para recuperar áreas degradadas pelas quais o solo possui profunda deficiência química e física assim como quando apresentam condições inapropriadas para o desenvolvimento de vegetações.

4.CONCLUSÃO

A qualidade das mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas em substratos contendo composto orgânico na proporção 40:60 (vermiculita + casca de arroz : composto orgânico), proveniente da compostagem de resíduos de suinocultura, mostrou-se superior à qualidade das mudas produzidas com o substrato base de controle, de acordo com as análises avaliadas pelo presente trabalho.

De forma geral a aplicação de 20 a 60% de lodo de suinocultura no substrato apresentaram as melhores mudas.

5.AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa, Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, Laboratório de Química Agrícola. Ao IF Goiano – Campus Rio Verde, pela oportunidade de qualificação profissional e crescimento pessoal.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Amorim AC, Lucas Júnior J, Resende KT. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: Efeito das estações do ano. Engenharia Agrícola, v.25, n.1, p.57-66. 2005

Caldeira MVW, Marcolin M, Moraes E, Schaadt SS. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. *Ambiência*, Guarapuava, v. 3, n. 3, p. 311-323, 2007

Caldeira MVW et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, jan./abr. 2008

Dickson A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

Ferreira DF. Sistemas de análise estatística para dados balanceados. Lavras, MG.UGLA/DEX/SISVAR,2011,145p.

Fernandes C et al. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 94-98, jan./mar.2006.

Gomes JM, Couto L, Leite HG, Xavier A, Garcia SLR. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore* 2002; 26(6): 655-664. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000600002>

Gomes JM, Paiva HN. Viveiros florestais (propagação sexuada). Viçosa: Editora UFV, 2004. (Caderno Didático, 72).

Kratz D, Wendling I, Nogueira AC, Souza PVD. Utilização de Resíduos Urbanos e Agroflorestais para Produção de Mudas de *Eucalyptus benthamii* e *Mimosa scabrella*. *Floram*. v. 33. 2013.

Lopes CSD, Nolasco AM, Tomazello Filho M, Dias CTS, Pansini A. Estudo da massa específica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, p. 315-322, 2011.

Mendonça AA, Santos GO, Morais WA. Identificação de nutrientes em adubos orgânicos produzidos de diferentes resíduos em processo de compostagem. *Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.12, n.6, p.638–644, 2013.

Saidelles FLF, Caldeira MVW, Schirmer WN, Sperandio HV. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1173-1186, 2009.

Sediyama MAN, Vidigal SM, Pedrosa MW, Pinto CLO, Salgado LT. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.12, n.6, p.638–644, 2008.

Sediyama MAN, Nascimento JLM, Vidigal SM, Lopes IPC, Pinto CLO, Ferreira JML, Lima PC. Compostos orgânicos produzidos com resíduos vegetais e dejetos de origem bovina e suína. *Caderno de Agroecologia*, v.6, n.2, 2011.

Silva PHM, Poggiani F, Gonçalves JLM, Stape JL. Volume de madeira e concentração foliar de nutrientes em parcelas experimentais de *Eucalyptus grandis* fertilizadas com lodos de esgoto úmido e seco. *Revista Árvore*, v.32, n.5, 2008.

Silva FCda. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, Embrapa Informação Tecnológica. Brasília-DF, 2009.

Silva RF da, Eitelwein MT, Cherubin MR, Fabbris C, Weirich S, Pinheiro RR. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 609-619, jul.-set., 2014.

Titon M, Xavier A, Otoni WC. Dinâmica do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa, v.26, n.6, p.665-673, 2002.

Toledo MAS. Efeito da aplicação de lodo de esgoto compostado na fertilidade do solo e no crescimento inicial e Pinus e Eucalipto. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Botucatu, 2013.

Wendling I, Dutra LF. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: Wendling I, Dutra LF. Produção de mudas de eucalipto. Colombo: Embrapa Florestas; 2010. p. 13-47. PMID:22704086 PMCID:PMC3365363.

CAPÍTULO II

Respostas anatômicas e fisiológicas de *Eucalyptus urograndis* sob substratos orgânicos

(Normas de acordo com a revista Floresta e Ambiente)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características anatômicas e fisiológicas em diferentes tratamentos compostos de lodo suíno, vermiculita e casca de arroz carbonizada em mudas de *Eucalyptus urograndis*. Na fase de produção de mudas, sempre se deve almejar um padrão de qualidade que possibilite o melhor crescimento e sobrevivência no campo e um bom substrato auxilia nesse produto final, pois é um dos responsáveis pelo desenvolvimento e uniformidade de mudas em viveiro. Neste trabalho, foram realizados diferentes tratamentos sendo eles de 1 ao 7 com diferentes quantidades de vermiculita + casca de arroz e lodo suíno em sua composição, nestes foram realizadas 3 repetições com 5 mudas cada, após o período de 150 dias elas foram submetidas a análises fisiológicas e anatômicas, dessas duas variáveis o melhor tratamento observado foi o tratamento 2, que apresentou seu máximo potencial fisiológico e melhores proporções anatômicas quando comparado aos demais.

Palavra-chave: IRGA, fotossíntese, epiderme e parênquima paliçádico.

Anatomic and physiological responses of *Eucalyptus urograndis* under organic substrates

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the anatomical and physiological characteristics in different treatments composed of pig sludge, vermiculite and rice husk in *Eucalyptus urograndis* seedlings. In the phase of seedling production, a quality

standard should always be sought that allows for the best growth and survival in the field and a good substrate helps this final product as it is one of the responsible for the development and uniformity of nursery seedlings. In this work, different treatments were studied, ranging from 1 to 7 with different amounts of vermiculite + rice husk and pork sludge in their composition, in which 3 replicates were performed with 5 seedlings each. After a period of 150 days they were submitted to physiological analyzes and anatomical, analyses. Considering the two variables the best treatment observed was treatment 2, which presented its maximum physiological potential and better anatomical proportions when compared to the others.

Key words: IRGA, photosynthesis, epidermis and palisade parenchyma.

1.INTRODUÇÃO

Para atender à crescente demanda por produtos de base florestal, as áreas com florestas plantadas para fins comerciais têm aumentado gradativamente. Em vários países, em especial no Brasil, essas florestas têm sido estabelecidas com espécies do gênero *Eucalyptus*, cujos materiais genéticos apresentam alta produtividade e são adaptados a diferentes condições ambientais (Gomes, et al.,2011).

Eucalyptus urograndis é um híbrido desenvolvido no Brasil através de cruzamentos do *E. urophylla* e com *E. grandis*. O objetivo do cruzamento dessas duas espécies, segundo (Stork, et al.2016), foi obter plantas com bom crescimento, característica do *E. grandis*, e com leve aumento na densidade da madeira, além de melhorias no rendimento e propriedades físicas da celulose, características do *E. urophylla*. Além de melhores propriedades da madeira, *E. urograndis* apresenta boas características quanto à adaptação aos diferentes sítios florestais e elevada resistência ao fungo *Puccinia psiidi*(Montanari, 2007).

Esta espécie pertence à família Myrtaceae que apresentam cavidades secretoras lisígenas que, na maioria das espécies estão localizadas abaixo da epiderme e distribuídas nos tecidos parenquimáticos A epiderme é revestida por cutícula, composta de cutina e ceras; o mesófilo é isobilateral quando a folha se encontra em formação, tornando-se dorsiventral posteriormente (Metcalf e Chalk, 1957).

Segundo Stork (2016), na fase de produção de mudas de qualquer espécie, sempre se deve almejar um padrão de qualidade que possibilite o melhor crescimento e a maior sobrevivência no plantio em campo. Várias práticas culturais contribuem para isso na fase

de viveiro, podendo citar, entre outros, tipo de recipiente, substrato utilizado, manejo da irrigação, fertilização, sombreamento, micorrização, podas, aclimação, seleção, densidade de cultivo, transporte e armazenamento.

Análises anatômicas e fisiológicas podem ser feitas para saber como os substratos atuam na formação e desenvolvimento dessas mudas no decorrer do tempo sendo que, espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam maior resistência a déficit hídrico ficando com seus estômatos abertos por mais tempo e assim aumentando de forma considerável seus níveis de fotossíntese e rendimento fisiológico. (Stape et al. 2004)

Para diminuição de custos muitas empresas vêm optando por novos tipos de substratos para o desenvolvimento inicial do eucalipto. As características necessárias em substrato para a produção de mudas com qualidade são: meio adequado para a sustentação e retenção de água, oxigênio, nutrientes, possuir uma faixa ótima do pH e não conter elementos químicos em níveis tóxicos (Trigueiro & Guerrini, 2003). Quando os substratos possuem resíduos em sua constituição, os diferentes percentuais de combinação devem ter um foco especial pelo fato de atuarem diretamente no crescimento e conseqüentemente na qualidade das mudas produzidas (LOPES et al., 2008).

Com base na importância da escolha dos constituintes do substrato de produção de mudas e suas respectivas proporções, este trabalho teve como objetivo avaliar as características anatômicas e fisiológicas em diferentes tratamentos com substratos à base de lodo suíno em mudas de *Eucalyptus urograndis*.

2.MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Instalação do experimento

O experimento foi realizado no viveiro do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, localizado nas coordenadas (17°48'12.1"S 50°54'04.3"W). As sementes utilizadas no experimento foram do híbrido *Eucalyptus urograndis* Obtidas através de pomar de sementes sendo a geração de melhoramento f4, compradas do ipef. A semeadura foi realizada de forma manual e diretamente no tubete de 50 cm³.

O experimento conteve 7 tratamentos (Tabela 1) e 3 repetições, sendo cada repetição com 5 unidades, com isso o experimento teve o total de 105 mudas. As mesmas foram dispostas de forma alternada na bandeja, a fim de evitar competição. Este experimento teve como base estatística o delineamento inteiramente ao acaso.

Os tratamentos constituíram da mistura de partes crescentes de lodo da suinocultura em um substrato base formado por 50% de vermiculita de textura média e

50% de casca de arroz carbonizada além de um controle (T7) com substrato comercial Bioplant (Tabela1).

Tabela 1. Definição dos tratamentos utilizados para produção de mudas de *Eucalyptus urograndis*.

Tratamento	Vermiculita + casca de arroz carbonizada	Lodo de suinocultura
T1	100%	0%
T2	80%	20%
T3	60%	40%
T4	40%	60%
T5	20%	80%
T6	0%	100%
T7	Bioplant	Bioplant

Com o substrato já preparado, foi feito o enchimento dos tubetes e a semeadura direta. As mudas foram formadas no viveiro com sistema de irrigação automática.

2.2. Análises fisiológicas

2.2.1 Medições das trocas gasosas e do teor de clorofila

As trocas gasosas das plantas de *Eucalyptus urograndis* foram avaliadas para registro das taxas fotossintéticas (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e transpiratória (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), da condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e da relação entre a concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a). Estas avaliações foram realizadas utilizando um analisador automático de fotossíntese modelo LI-6400XTR (Licor[®], Nebraska, Estados Unidos) com temperatura do bloco de 24 °C e densidade de fluxo de fótons igual a 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

2.2.2 Medições da fluorescência de clorofila *a*

A fluorescência da clorofila *a* foi avaliada utilizando um fluorômetro portátil modulado modelo MINI-PAM (Walz[®], Effeltrich, Germany), equipado com pinça especial para suporte da folha, modelo 2030-B (Bilger et al., 1995; Rascher et al., 2000). O rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) foi calculado após 30 minutos de adaptação ao escuro (Van & Snel, 1990). O rendimento quântico efetivo do fotossistema II ($\Delta F/F_m'$) foi determinado por meio da sobreposição de um pulso de

saturação em folhas previamente adaptadas à luz ambiente (Genty et al., 1989). O $\Delta F/F_m'$ foi utilizado para estimar a taxa aparente de transporte de elétrons (ETR, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (Bilger et al., 1995; Laisk & Loreto, 1996) e o coeficiente de extinção não fotoquímica (NPQ) foi calculado segundo Bilger & Bjorkman (1990).

2.3. Análises anatômicas

2.3.1. Caracterização morfoanatômica foliar

Para avaliação micromorfométrica da epiderme face abaxial, folhas completamente expandidas foram coletadas e coladas com adesivo instantâneo universal (éster de cianoacrilato) sobre uma lâmina de vidro. A região de interesse do folíolo foi pressionada sobre a lâmina, por aproximadamente 10s, tempo necessário para que o adesivo se espalhe e seque o suficiente, permitindo a separação do folíolo da lâmina e a manutenção da impressão da epiderme.

As observações foram realizadas e as imagens fotografadas em microscópio Olympus (BX61, Tokyo, Japão) acoplado com câmera DP-72 utilizando a opção de campo claro. As análises micromorfométricas foram efetuadas medidas diâmetro polar e equatorial dos estômatos e densidade estomática. Todos os dados foram obtidos com auxílio do software ImageJ – Image Processing and Analysis in Java, versão 1.47, perfazendo um total de 10 observações/repetição para cada estrutura avaliada.

Para a caracterização anatômica amostras foliares do primeiro nó de eucalipto foram coletadas e fixadas em Karnovsky (1965), por 24 horas. Após este período, o material vegetal foi desidratado em série etílica crescente, pré-infiltrado e infiltrado em historesina (Leica, Alemanha), conforme recomendações do fabricante.

Para avaliação estrutural e micromorfométrica da epiderme face adaxial e abaxial, parênquima paliçádico e esponjoso e mesófilo, as amostras foram seccionadas transversalmente a $5 \mu\text{m}$ de espessura em micrótomo rotativo (Modelo 1508R, Logen scientific, China) e os cortes corados com azul de toluidina – coloração policromática (0,05% tampão fosfato 0,1 M, pH 6,8) (O'Brien, Feder & McCully, 1964). Posteriormente foi realizado o registro fotográfico em microscópio Olympus.

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), com auxílio do programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros fisiológicos

Em relação a taxa fotossintética (A) (tabela 3) o tratamento 2 (80% de vermiculita + casca de arroz carbonizada e 20% de lodo suíno) foi o mais eficiente, White Head e Beadle (2004) encontraram valores de fotossíntese da ordem de 13 a 32 $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ para 11 espécies de *Eucalyptus*. Segundo Kirschbaum (2011), cerca de 30% do aumento na taxa fotossintética resulta em aumento de 10% no crescimento das plantas.

O tratamento 2 também foi o melhor na condutância estomática (g_s) e na taxa transpiratória (E) os tratamentos 2 e 4 se sobressaíram sendo as melhores, desta forma podemos observar que o tratamento 2 foi o que apresentou maior produção de fotossíntese (A) ficando com seus estômatos abertos por mais tempo tendo assim a maior entrada de CO_2 (g_s) na planta e também uma maior saída de vapor de água (E).

Segundo Mielke et al. (1999), é provável que a condutância estomática dependa do potencial hídrico da folha, que diminui sob condições de estresse. O aumento da g_s e E e, por fim, da taxa fotossintética em consequência da abertura estomática são as primeiras respostas para aumentar a perda da água pelas plantas (Mendes, et al., 2013), plantas que estão sob irrigação e sem estresse hídrico perdem bastante água por transpiração pois mantêm seus estômatos abertos por maiores períodos de tempo e têm atraso nas suas reações contra desidratação (Pereira et al., 2016)

Stape et al. (2004), ao estudarem *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, observaram que a irrigação aumentou a produtividade em biomassa do caule em 52%. Mendes (2013) encontrou incremento em biomassa de 62% em parcelas irrigadas de eucalipto, em comparação com as parcelas não irrigadas.

Tabela 2: Taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (g_s) e taxa de transpiração (E) em *Eucalyptus urograndis* nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	g_s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
1	8,06 b	0,23 b	2,68 c
2	11,36 a	0,40 a	4,52 a
3	8,31 b	0,25 b	3,30 b
4	9,44 b	0,28 b	4,23 a
5	8,51 b	0,28 b	3,57 b
6	8,22 b	0,30 b	3,48 b
7	7,43 b	0,29 b	3,71 b
CV (%)	7,55	11,80	10,42

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Já em relação a fluorescência foram analisados os parâmetros: potencial quantitativo potencial de PSII (F_v / F_m), rendimento quântico efetivo de PSII ($\Delta F / F_m'$), taxa de transporte de elétrons (ETR) e coeficiente de extinção não fotoquímico (NPQ) (tabela 4), na razão F_v / F_m todos os tratamentos foram estatisticamente iguais exceto o tratamento 1 que mostra que este tratamento sofreu algum tipo de estresse, mostrando assim que as demais possuíam um fluxo de fótons estável em relação ao tratamento 1.

Para a maioria das espécies, os valores da razão F_v / F_m estão entre 0,75 e 0,85, quando as plantas não estão sob condições estressantes. Contudo, valores menores que 0,75 seriam indicativos da exposição da planta ao estresse, indicando a ocorrência de fotoinibição no aparato fotossintético (Bolhàr-Nordenkampf et al., 1989; Ronquim et al., 2009)

Tabela 3: Potencial quantitativo potencial de PSII (F_v / F_m), rendimento quântico efetivo de PSII ($\Delta F / F_m'$), taxa de transporte de elétrons (ETR) e coeficiente de extinção não fotoquímico (NPQ) em *Eucalyptus urograndis* nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	F_v / F_m	$\Delta F / F_m'$	ETR	NPQ
1	0,67 b	0,21 c	110,50 b	6,23 a
2	0,75 a	0,37 a	172,30 a	3,62 c
3	0,76 a	0,25 c	120,63 b	3,99 c
4	0,75 a	0,30 b	129,25 b	6,31 a
5	0,75 a	0,27 b	138,34 b	4,58 b
6	0,73 a	0,24 c	139,86 b	4,88 b
7	0,73 a	0,24 c	125,88 b	3,41 c
CV (%)	2,67	7,51	10,36	11,87

Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

O parâmetro $\Delta F / F_m'$, que é a dissipação específica de elétrons para a fotossíntese mostra que o tratamento 2 foi o maior valor para esse parâmetro mostrando que este tratamento foi o melhor na assimilação de elétrons para a fotossíntese e isso vem paralelo ao ETR em que o melhor também foi o tratamento 2, confirmando assim que este tratamento teve maior assimilação de elétrons para a fotossíntese que eram transportados pela cadeia de transporte de elétrons. E o NPQ os tratamentos 1 e 4 foram os que apresentaram os maiores valores, mostrando que esses tratamentos compõe as plantas que apresentaram algum tipo de estresse no decorrer do experimento sendo assim, essas plantas precisaram dissipar esse estresse, principalmente na forma de calor.

Características anatômicas

Os tratamentos com lodo suíno ocasionaram modificações na estrutura anatômica nas plantas de Eucalipto (Figura 1). O *Eucalyptus urograndis* apresenta epiderme unisseriada, mesofilo dorsiventral formado por parênquima lacunoso proeminente e uma a duas camadas de parênquima paliçádico (Figura 1 A).

No parênquima paliçádico e esponjoso, houve alteração das células para o tratamento 2 e 3 com maior espaço intracelular e aumento do parênquima paliçádico, lacunoso e mesofilo (Figura 1 C e D), quando comparado ao controle (Figura 1 A e B). Este fator é importante já que um dos motivos que aumenta a eficiência fotossintética é a ampliação de um sistema de espaços intercelulares no parênquima esponjoso, facilitando as trocas gasosas. Devido ao arranjo das células do mesofilo, grandes superfícies das células ficam expostas e entram em contato com o ar, presente nos espaços intercelulares (Silva, et al. 2005).

Os demais tratamentos demonstraram características anatômica bem similares ao controle com células bem heterogêneas disposta de forma organizada (Figura 1).

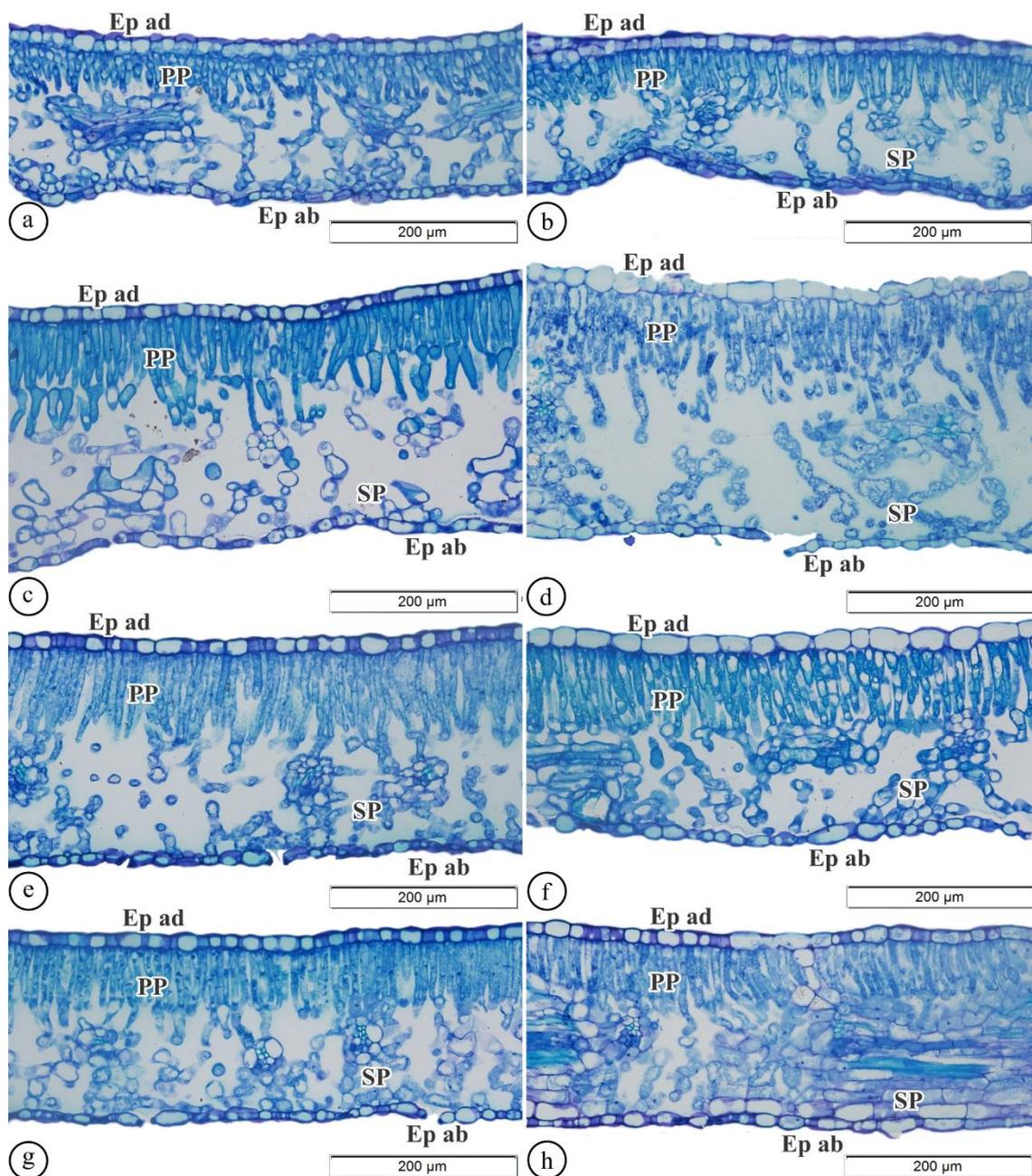


Figura 1. Alterações anatômicas em folhas eucalipto. (a) e (b) tratamento controle, (c) tratamento 2, (d) tratamento 3, (e) tratamento 4, (f) tratamento 5, (g) tratamento 6, (h) tratamento 7. (Ep ap) epiderme adaxial. (Ep ab) epiderme abaxial. (PP) parênquima paliçádico. (SP) parênquima esponjoso.

Com o aumento das doses de lodo suíno houve decréscimo na relação diâmetro polar e equatorial dos estômatos com densidade estomática superior ao controle para os tratamentos 3, 5 e 6 (Tabela 4). Entretanto para os tecidos parenquimáticos o lodo suíno promoveu incremento na espessura do parênquima paliçádico e esponjoso em relação ao controle (Tabela 4). Com destaque para o tratamento 2, que apresentou acréscimo de 100,

76 e 76 % na espessura do parênquima paliçádico, lacunoso e mesofilo quando comparado ao controle (Tabela 4).

A anatomia foliar é altamente especializada para a absorção de luz, sendo que as propriedades do mesofilo, principalmente as do parênquima paliçádico, garantem a absorção uniforme da luz através da folha. Segundo Taiz & Zeiger (2004), em geral, as folhas de sol são mais espessas e apresentam células paliçádicas mais longas do que as de sombra. Contudo, o aumento na espessura da folha, especialmente pela alongação ou adição de células paliçádicas, tem sido associado a redução na resistência do mesofilo ao dióxido do carbono (Nobel, 1977), fato este que pode levar a uma taxa fotossintética foliar mais elevada a pleno, em comparação com as plantas crescidas à sombra (Bjorkman, 1981).

Tabela 4. Efeito do lodo suíno na estrutura foliar de eucalipto após 150 dias de cultivo.

Trat	DP/DE*	Densidade estomática	Parênquima paliçádico	Parênquima lacunoso	Mesofilo
1	0,4151 a	437,9523 c	51699,3 e	82085,6 c	134587,8 c
2	0,4748 a	568,6590 bc	103302,3 a	144851,0 a	236863,0 a
3	0,4877 ab	804,5827 a	82189,0 bc	143389,3 ab	233510,4 a
4	0,5104 ab	614,4703 abc	90511,5 ab	133549,2 ab	235558,0 a
5	0,5401 ab	777,4238 a	76727,4 bc	101038,5 c	204071,9 b
6	0,5579 b	692,5522 ab	71072,8 cd	124358,6 b	195762,2 b
7	0,5810 ab	526,2039 bc	59330,4 de	126538,1 ab	194494,9 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. * Razão entre a Densidade Polar e a Densidade Equatorial dos estômatos.

A quantidade, distribuição, tamanho, forma e mobilidade dos estômatos são características específicas de cada espécie e podem ser alteradas em função das adaptações às condições ambientais (Larcher, 2000).

Nota-se correlação positiva entre a razão DP/DE (tabela 4) e a condutância estomática (tabela 2). Esses resultados corroboram as observações de Abrams et al. (1994), segundo as quais a densidade estomática geralmente está positivamente relacionada com as trocas gasosas, pois o aumento da densidade estomática está associado com maior condutância estomática (Boardman, 1977).

4.CONCLUSÃO

O tratamento 2, composto de (80% de vermiculita + casca de arroz carbonizada e 20% de lodo suíno), apresentou os melhores parâmetros fisiológicos e anatômicos quando comparados aos demais tratamentos

5.AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa, Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, o Laboratório de Anatomia e ao Laboratório de Ecofisiologia. Ao IF Goiano – Campus Rio Verde, pela oportunidade de qualificação profissional e crescimento pessoal.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Abrams, MD. et al. Relating wet and dry year ecophysiology to leaf structure in contrasting temperate tree species. *Ecology*, Washington, v.75, n.1, p.123-133, 1994.

Andrade Neto A, Mendes ANG, Guimarães PTG. Avaliação de substratos alternativos e tipo de adubação para a produção de mudas de café em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia* 1999; 23(2): 270-280.

Bilger W, Björkman O. Role of xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in leaves of *Hedera canariensis*, *Photosynthesis Research*, v. 25 (1990), pp. 73-185.

Bilger W, Schreiber U, Bock W. Determination of the quantum efficiency of photosystem II and of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in the field, *Oecologia*, v. 102 (1995), pp. 425-432.

Bolhàr-Nordenkamp HR, Long SP, Baker NR, Oquist G, Schreiber U, Lechner EG. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. *Functional Ecology*, Oxford, v. 3, n. 4, p. 497- 514, 1989. DOI: 10.2307/2389624.

Bjorkman, O. Responses to different quantum fluxdensities. In: LANGE, O. et al. (eds.). *Physiological plantecology I. Responses to the physical environment*. New York: Spínger-Verlag, *Encyclopedia of Plant Physiology*, 1981.p.57-107

Davide AC, Silva EAA. Produção de sementes e mudas de espécies florestais. Lavras: UFLA; 2008.

Ferreira,DF. sistemas de análise estatística para dados balanceados. Lavras, MG.UGLA/DEX/SISVAR,2011,145p.

Genty B, Briantais C, Baker JM. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence, *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 990 (1989), pp. 87-92.

Gomes JM, Paiva HN. Viveiros Florestais: propagação sexuada. Viçosa: UFV; 2011. 116 p.

Karnovsky MJA., 1965. Formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. *The Journal of Cell Biology*. 27. 137-138.

Klein VA, Camara RK, Simon MA, Dias ST. Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato. In: Furlani AMC. Caracterização, manejo e qualidade de substrato para produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico; 2002. 95 p. (Documentos IAC, n. 70).

Kirschbaum MUF. Does enhanced photosynthesis enhance growth? Lessons learned from CO₂ enrichment studies, *Plant Physiology*, v.155, n.1, p.117-124, 2011.

Metcalf CR, Chalk L. Myrtaceae. In: *Anatomy of the Dicotyledons*. v.1. Oxford: Clarendon Press, 1957. p.620-631.

Laisk A, Loreto F Determining photosynthetic parameters from leaf CO₂ exchange and chlorophyll fluorescence, *Plant Physiology*, v. 110 (1996), pp. 903-91.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

Lopes JLW, Guerrini IA, Saad JCC, Silva MR. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. *Cerne*, Lavras, v. 14, p. 358-367, 2008.

Melo LA, De, Pereira G.de A, Moreira EJC, Davide ACS, Eduardo VDA, Teixeira L AF. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. *Floresta e Ambiente*, v. 21, n. 2, p. 234-242, 2014.

Mendes HSJ, Paula NF, Scarpinatti EA, Paula RC. Respostas fisiológicas de genótipos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* à disponibilidade hídrica e adubação potássica. *Cerne*, Lavras, v. 19, n. 4, p. 603-611, out./dez. 2013. ISSN 0104-7760

Mielke MS, Oliva MA, Barros NF, Penchel RM, Martinez CA, Almeida AC. Stomatal control of transpiration in the canopy of clonal *Eucalyptus grandis* plantation. *Trees*, Berlin, v. 13, p. 152-160, 1999.

Montanari R, Marques Junior J, Campos MCC, Cavalcante IHL. Níveis de resíduos de metalurgia e m substratos na formação de mudas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*). *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 7, p. 59-66, 2007.

Nobel, PS. Internal leaf area and cellular CO₂ resistance: Photosynthetic implication of variations with grown conditions and plant species. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.40, n.2, p.137-144, 1977

O'Brien TP, Feder N, Mccully ME. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma*. 59.368-373. Doi:10.1007/BF01248568.

Pereira MRR, Klar AR, Silva MR, Souza RA, Fonseca NR. Comportamento morfológico e fisiológico de clones de *Eucalyptus urograndis* submetidos a diferentes níveis de água no solo. *Irriga. Botucatu*, v.11, n.4, p.518-531 outubro-dezembro,2016.

Primavesi A. O manejo ecológico do solo. São Paulo: Ed. Nobel; 1982. 542 p. PMCid:PMC1039816

Rascher U, Liebig M, Lüttge U. Evaluation of instant lightresponse curves of chlorophyll fluorescence parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field, *Plant Cell Environmental*, v. 23 (2000), pp. 1397-1405.

Ronquim CC, Prado CHBA, Souza JP. Growth, photosynthesis and leaf water potential in young plants of *Capaifera langsdorffii* Desf. (Caesalpinaceae) under contrasting irradiances. *Brazilian Journal of Plant Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.15, n.2, p. 290-302, 2016 Versão impressa ISSN 1676-689X / Versão on line ISSN 1980-6477 - <http://www.abms.org.br> 302 Cunha et al. *Physiology, Campinas*, v. 21, n. 3, p. 197-208, 2009. DOI: 10.1590/S1677-04202009000300004.

Silva LM, Alquini Y, Cavallet VJ. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. *Acta Botânica Brasílica*, v. 19, n. 01, p. 183-194, 2005.

Stape JL. et al. Water use, water limitation and water use efficiency in a *Eucalyptus* plantation. *Bosque*, v.25, n.1, p.35-41, 2004.

Stork EB, Schom LA, Fenilli TAB. Crescimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* em diferentes recipientes. *FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 46, n. 1, p. 39 -46, jan. / mar. 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

Trigueiro RM, Guerrini IA. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 64, p. 150-162, 2003.

Van KO, Snel JFH. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology, *Photosynthesis Research*, v. 25 (1990) pp.147-150.

Voltan, RBQ. et al. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, São Carlos, v.4, n.2, p.99- 105, 1992.

Whitehead D, Beadle CL. Physiological regulation of productivity and water use in *Eucalyptus*: a review. *Forest Ecology and Management*, v.193, n.1-2, p.113-140, 2004.

CONCLUSÃO GERAL

A qualidade das mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas em substratos contendo composto orgânico na proporção 40:60 (substrato base: composto orgânico), proveniente da compostagem de resíduos de suinocultura, mostrou-se superior à qualidade das mudas produzidas com o substrato base de controle, de acordo com as análises avaliadas pelo presente trabalho.

O tratamento 2, composto de (80% de vermiculita + casca de arroz carbonizada e 20% de lodo suíno), apresentou os melhores parâmetros fisiológicos e anatômicos quando comparados aos demais tratamentos

São necessárias mais pesquisas sobre utilização de resíduos na área de compostagem, é um mercado que apresenta pontos positivos tanto na questão ambiental como na econômica.

