

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL
MARIA JOSÉ MIRANDA CORDEIRO**

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* S. T.
Blake, PRODUZIDAS EM DIFERENTES FORMULAÇÕES DE SUBSTRATO À
BASE DE CASCA DE EUCALIPTO**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2020**

MARIA JOSÉ MIRANDA CORDEIRO

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* S. T.
Blake, PRODUZIDAS EM DIFERENTES FORMULAÇÕES DE SUBSTRATO À
BASE DE CASCA DE EUCALIPTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus
São João Evangelista como exigência parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Florestal
Orientador(a): Ivan da Costa Ilhéu Fontan

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

C787c Cordeiro, Maria José Miranda.
2020

Crescimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, produzidas em diferentes formulações de substrato à base de casca de eucalipto. / Maria José Miranda Cordeiro. – 2020.

31 ff; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2020.

Orientador: Me. Ivan da Costa Ilhéu Fontan.

1. Atributos morfológicos. 2. Resíduos florestais. 3. Índice de Qualidade de Dickson. I. Cordeiro, Maria José Miranda. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 634.97342

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.
Campus São João Evangelista.
Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

MARIA JOSÉ MIRANDA CORDEIRO

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* S. T.
Blake , PRODUZIDAS EM DIFERENTES FORMULAÇÕES DE SUBSTRATO À
BASE DE CASCA DE EUCALIPTO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovada em 17 / 12 / 2019

BANCA EXAMINADORA

Ivan da C. I. Fontan

Orientador Prof. Me. Ivan da Costa Ilhéu Fontan

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista

Natália Rizzo Fonseca

Profa. Dra. Natália Rizzo Fonseca

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista

Bruno Oliveira Lafeté

Prof. Dr. Bruno Oliveira Lafeté

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida e força para superar os desafios.

Aos meus pais, José Cordeiro Neto e Marília Miranda Silva, pela paciência, incentivo e inspiração.

Ao IFMG-SJE que através de seus professores e demais funcionários permitiu meu crescimento profissional e pessoal.

Aos meus amigos Thaíssa de Souza, Rosiane Almeida, Igor Tallys, Denilson Nascimento, Aparecida Sardinha, Alan Martins pelo companheirismo, apoio, dedicação e cuidados.

À minha irmã Valquíria Miranda Silva, por cuidar da família em minha ausência.

Ao Prof. Ivan da Costa Ilhéu Fontan, meu orientador, pela paciência, compreensão e norteamento no conhecimento científico.

Aos meus pais de consideração Maria Margareth Andrade e Rodolfo Lima pelo carinho, atenção e por estarem sempre disponíveis a me ouvir nos momentos de incertezas.

Ao meu melhor amigo e parceiro Agnaldo Alves, pela paciência, confiança e perseverança.

Ao meu amigo de faculdade Eliseu Mendes Monteiro pelo auxílio no desenvolvimento do projeto e também pelo carinho e atenção.

Ao Adair, pelo auxílio no viveiro.

Por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente puderam contribuir para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	<i>Eucalyptus</i>	9
2.2	PANORAMA FLORESTAL.....	10
2.3	O SETOR FLORESTAL E A DEMANDA POR SUBSTRATOS	11
2.4	RESÍDUOS REGIONAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS.....	12
2.5	ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS	13
3	METODOLOGIA.....	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÕES.....	27
	REFERÊNCIAS	28
	APÊNDICE	33

RESUMO

Com base na importância do substrato na produção de mudas florestais objetivou-se através deste estudo avaliar o desenvolvimento e a qualidade de mudas seminais de *Eucalyptus urophylla* em função de diferentes composições de substratos a base de casca de eucalipto. Aos 145 dias, avaliou-se a altura total (H), diâmetro do coleto (DC) e as biomassas secas da parte aérea (PMSPA) e do sistema radicular (PMSR), a partir destas variáveis, foi calculado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com cinco repetições e os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias. Concluiu-se que os substratos T1 (100% substrato comercial), T2 (60% substrato comercial + 20 moinha de carvão + 20% casca de eucalipto), T3 (40% substrato comercial + 20 moinha de carvão + 40% casca de eucalipto) e T4 (20% substrato comercial + 20 moinha de carvão + 60% casca de eucalipto), são viáveis tecnicamente para a produção de mudas de *E. urophylla*, sendo o primeiro tratamento, composto exclusivamente por substrato comercial e os demais, pela mistura de substrato comercial, moinha de carvão e casca de eucalipto em diferentes proporções.

Palavras chaves: Atributos morfológicos, resíduos florestais, Índice de Qualidade de Dickson.

ABSTRACT

Based on the importance of the substrate in the production of forest seedlings, this study aimed to evaluate the development and quality of *Eucalyptus urophylla* seedlings as a function of different substrate compositions based on eucalyptus bark. At 145 days, total height (H), stem diameter (DC), and shoot and root system dry biomass (PMSR) were evaluated, and from these variables, the Quality Index from Dickson (IQD). A randomized block design with five replications was used and the data were submitted to analysis of variance and means test. It was concluded that the substrates T1 (100% commercial substrate), T2 (60% commercial substrate + 20 coal mill + 20% eucalyptus bark), T3 (40% commercial substrate + 20 coal mill + 40% eucalyptus bark) and T4 (20% commercial substrate + 20 coal mill + 60% eucalyptus bark), being the first treatment composed exclusively by commercial substrate and the others by the mixture of commercial substrate, coal mill and *Eucalyptus* bark in different proportions.

Keywords: Morphological attributes, Forest waste, Dickson Quality Score.

1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas de espécies florestais, em quantidade e qualidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de povoamentos produtivos e de qualidade (WENDLING; GUASTALA; DEDECEK, 2007). Dentro desse sistema de produção, os principais fatores que afetam o desenvolvimento e a qualidade das mudas são os materiais genéticos, os manejos hídricos e nutricionais, as embalagens e os substratos.

Considerando-se o aumento na demanda por produtos florestais, muitos esforços têm sido realizados para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção das mudas e, dentre os fatores que influenciam na qualidade, tem-se o substrato utilizado como sendo um dos principais (HARTMANN et al., 2011), pois segundo Silva et al. (2010) um substrato ideal é aquele que satisfaz as exigências físicas, químicas e contém quantidades suficientes de elementos essenciais (ar, água e nutrientes) ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Os fatores intrínsecos dos substratos que afetam o crescimento das plantas são suas propriedades físico-químicas, que variam em função de sua origem, método de produção e proporções dos seus componentes (MELO et al., 2014).

Os plantios florestais no Brasil ocupam cerca de 7,83 milhões de hectares, o que corresponde a menos de 1% do território nacional e apesar disto, é responsável por mais de 90% de toda a madeira utilizada para fins industriais no país. Dentre as árvores plantadas no Brasil, as pertencentes ao gênero *Eucalyptus* ocupam 5,7 milhões de hectares, o que representa 73% do total da área do setor, e estão localizados principalmente nos Estados de Minas Gerais (24%), de São Paulo (17%) e do Mato Grosso do Sul (16%) (IBÁ, 2019).

No estado de Minas Gerais os plantios de eucalipto historicamente são realizados para atender a demanda de madeira para produção de carvão vegetal, com finalidade de abastecer as indústrias siderúrgicas e celulose de exportação. Além disto, nos últimos anos observa-se no estado uma crescente demanda de madeira de eucalipto para atender a indústria de tratamento de madeira e as pequenas serrarias, que disponibilizam ao mercado uma grande variedade de produtos, como moirões, estacas, postes, dormentes, peças roliças e serradas para construção civil.

O gênero *Eucalyptus* apresenta-se com qualidades potenciais interessantes como: grande diversidade de espécies, boa capacidade produtiva e adaptação aos mais diversos tipos de clima e solo. Tais benefícios elevaram-no a atender quase todos os segmentos da atividade industrial e construção civil (SANTAROSA, 2014).

Eucalyptus urophylla S.T. Blake é, dentre as espécies de eucalipto, uma das mais plantadas, devido sua ampla capacidade de adaptação, crescimento e resistência à seca, além de possuir boa produtividade e potencial para a utilização em diversos fins (celulose, papel, chapas duras, serraria, carvão e outros). A espécie também é resistente ao fungo *Crysoporthe cubensis* causador do cancro do eucalipto e largamente utilizado para a produção de híbridos com a espécie *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. (FONSECA et al., 2010; SCANAVACA JÚNIOR; GARCIA, 2004).

Com vistas no sucesso do estabelecimento de plantios de *E. urophylla* deve-se levar em consideração um bom planejamento e a utilização de mudas de qualidade superior, produzidas a um custo viável.

Os substratos para produção de mudas florestais devem oferecer condições ótimas ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, e para tal é desejável que apresentem boa uniformidade, baixa densidade, porosidade satisfatória, capacidade de retenção de água, isenção de patógenos e sementes de plantas invasoras, boa disponibilidade de nutrientes e estrutura consistente (CUNHA, 2005). Uma vez que, apresentam estreita relação com o desenvolvimento e a arquitetura do sistema radicular das plantas, afetando significativamente a sobrevivência destas em condição de campo. Além das características técnicas, a escolha de um substrato deve considerar o custo para sua aquisição e preparação bem como a disponibilidade de seus componentes, considerando aspectos quantitativos e qualitativos (DIAS et al., 2011).

Diversos materiais de origem orgânica e inorgânica vêm sendo utilizados como substratos na produção de mudas, empregados de forma isolada ou em diferentes combinações. Assim o uso de resíduos regionais na composição dos substratos, pode reduzir o custo de produção de mudas florestais, desde que haja garantia de suprimento do material. Tais resíduos podem ser provenientes da exploração de florestas de eucalipto, uma vez que, tem-se a geração de grandes volumes de materiais considerados subprodutos, dentre eles a casca das árvores, que pode ser utilizada na fabricação de substratos (CASTRO, 2014).

Diante do contexto apresentado, o presente trabalho propôs avaliar a utilização da casca de eucalipto seca e triturada como componente na formulação de substrato para produção de mudas de *E. urophylla*, por meio do da análise de crescimento e qualidade das mudas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Eucalyptus*

Segundo a ABRAF (2008), o gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, da classe das angiospermas dicotiledôneas, com cerca de 700 espécies descritas, sendo a maior parte, originárias da Austrália.

A introdução deste gênero no Brasil ocorreu no início do século XIX, sendo as primeiras árvores plantadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, com função decorativa. Posteriormente, Edmundo Navarro de Andrade, da então Companhia Paulista de Estradas de Ferro, utilizou espécies do gênero para a produção de lenha para as locomotivas (FOELKEL, 2005). Com isso, iniciaram-se estudos comparativos entre as espécies de eucalipto e as nativas, expondo as vantagens dos eucaliptos quanto ao crescimento, adaptação ao clima e aplicabilidade da madeira (ALFENAS et al., 2009). tornando-se atualmente, o gênero mais plantado no Brasil.

A espécie *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake é uma das duas espécies de ocorrência natural fora do território australiano, ocorrendo naturalmente na ilha de Timor e outras ilhas a leste do arquipélago indonésio, entre as latitudes de 8 a 10° S. É encontrado com maior frequência em altitudes por volta de 500 m, podendo ocorrer em locais de até 3.000 m. O clima destes locais é tropical a subtropical úmido com temperatura anual variando entre 10°C e 29°C entre os meses mais frio e mais quente. Trata-se de uma das espécies mais plantadas na região Sudeste do Brasil devido sua comprovada resistência ao cancro do eucalipto (MORA; GARCIA, 2000).

Sua madeira é considerada medianamente leve, com propriedades de resistência mecânica, moderadas. É uma madeira de relativa estabilidade e alta permeabilidade. No Brasil, é indicada para usos gerais como laminação, componentes estruturais para construção, caixotaria, mourões, escoras, celulose e papel, chapas duras, painéis, lenha e carvão (BERTOLA, 2013).

Ainda segundo o mesmo autor, esta espécie é considerada apta para regiões onde não ocorrem geadas e situações de déficits hídricos severos. No Brasil, tem sido plantada intensivamente em programas de melhoramento genético, principalmente de hibridação.

2.2 PANORAMA FLORESTAL

A eucaliptocultura introduzida no Brasil no início do século XIX, teve seu plantio em larga escala expandido a partir de 1967, com a Lei 5.106/66, que instituiu incentivo para o reflorestamento visando à produção de madeira, para o auto-suprimento das empresas do setor, bem como o abatimento em impostos.

No entanto, após o término dos incentivos fiscais, o gênero florestal continuou sendo o mais plantado no Brasil, principalmente devido seu potencial de crescimento e adaptação, bem como o investimento em tecnologias voltadas a cultura e os usos diversos de sua madeira (OLIVEIRA NETO et al., 2007).

Em 2016, as florestas plantadas, foram responsáveis pela geração de R\$11,4 bilhões em tributos federais, estaduais e municipais, correspondente a 0,9% da arrecadação do País. O PIB

setorial alcançou R\$71,1 bilhões e a receita proveniente das exportações do setor atingiu US\$ 8,9 bilhões. Neste mesmo ano, o setor empregou aproximadamente 510 mil pessoas, diretamente envolvidas nas atividades florestais (IBÁ, 2017).

Em Minas Gerais, a silvicultura é entendida como uma atividade de grande relevância para o desenvolvimento econômico do estado, principalmente através do reflorestamento de espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus* (RIBEIRO; ISBAEX; VALVERDE, 2018). O setor florestal do estado é responsável pela maior área de florestas de produção plantadas no Brasil.

A monocultura de eucalipto resulta em produtos distintos, tais como a madeira cerrada, carvão vegetal, resinas, compensados, etanol celulósico, celulose e papel. No estado de Minas Gerais o eucalipto é ainda utilizado com maior frequência para as siderúrgicas, madeireiras e indústrias de papel e celulose (COURA, 2007).

2.3 O SETOR FLORESTAL E A DEMANDA POR SUBSTRATOS

Uma das consequências do desenvolvimento do setor florestal foi o aumento do volume de subprodutos gerados durante todo o ciclo de produção, dentre estes a casca (KRATZ, 2011).

Segundo o mesmo autor, em boa parte dos viveiros florestais do Brasil, a casca de *Pinus* spp. tem sido muito utilizada como substrato para produção de mudas em grande escala, uma vez que, esta apresenta características favoráveis, bem como boa aceitação dos consumidores. Contudo, a área plantada é muito inferior àquelas ocupadas pelo gênero *Eucalyptus* (TETTO, 2008). A baixa oferta de casca de pinus para fabricação de substratos é resultado da competição com o setor energético, que por sua vez, consome grande quantidade deste material (IBÁ, 2014).

Por outro lado, a demanda por substratos de boa qualidade é crescente, tornando a relação entre a oferta e a procura, inversamente proporcional. Desta forma, faz-se necessário investir em compostos alternativos a serem utilizados como substratos, visto que os produtos utilizados atualmente, como é o caso da casca de *Pinus*, podem em breve não atender a demanda do mercado de produção de mudas por tornarem-se escassos (KRATZ, 2011).

De modo geral o substrato desempenha importante papel na sustentação das mudas e no fornecimento das condições adequadas à evolução do sistema radicular, bem como o suprimento dos nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta durante sua estadia no viveiro (HARTMANN et al., 2011).

De acordo com Rober (2000), o substrato deve ser firme, homogêneo, retentor de umidade, sendo poroso o suficiente para garantir boa aeração e boa drenagem, e além disso, deve apresentar granulometria adequada, ser inerte e fornecer os nutrientes essenciais ao

crescimento das mudas. Além disso, o mesmo tem a função de fornecer a fixação necessária à planta possibilitando que esta mantenha sua qualidade por longo período, a fim de estabelecer-se um padrão para o sistema de cultivo, visando à homogeneidade.

A disponibilidade dos produtos que irão compor o substrato padrão também é um aspecto a ser levado em consideração, visto que os mesmos devem ser abundantes visando atender a demanda do mercado, somado a isso, grande parte dos produtos utilizados na formulação dos substratos atualmente apresenta oferta em regiões específicas do país, elevando seu custo quando transportados para regiões mais distantes (KRATZ, 2011). Deste modo a escolha de um substrato, deve considerar suas características físicas e químicas, a espécie a ser plantada e, também os aspectos econômicos (FONSECA, 2001). Desta forma, o uso de resíduos regionais pode reduzir substancialmente o custo do substrato, embora estes também sofram influência da disponibilidade de cada material (MELO et al., 2014).

2.4 RESÍDUOS REGIONAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

Os componentes utilizados na produção de substratos influenciam diretamente no ciclo vegetativo, na qualidade e, conseqüentemente, nos custos de produção das mudas. Deste modo, a disponibilidade dos materiais que compõe os substratos em quantidade, qualidade, sazonalidade e custo, é um fator que limita a produção de mudas em um cenário onde a demanda por substratos é crescente.

Os substratos disponíveis no mercado, em sua maioria são compostos pela mistura de casca de pinus e fibra de coco, em geral apresentam elevado padrão de qualidade, reunindo todas as características desejáveis a um bom desenvolvimento das mudas florestais.

No entanto, além das características técnicas, a adoção de um determinado substrato deve considerar o custo para sua aquisição e preparação bem como a disponibilidade de seus componentes, considerando aspectos quantitativos e qualitativos (ZORZETO, 2011; OLIVEIRA, 2017). Assim, a busca por compostos alternativos torna-se necessária na garantia do sucesso na produção de mudas de qualidade (BACH, 2007; LOPES, 2007).

Os compostos orgânicos representam assim, uma alternativa viável, devido ao seu baixo custo, alta capacidade de retenção de água e por possuir outras características favoráveis como disponibilidade, fornecimento de nutrientes e porosidade satisfatória, proporcionando assim bom desenvolvimento radicular, com raízes bem agregadas ao substrato e consecutiva formação de um torrão firme (KÄMPF, 2000).

São resíduos florestais, folhas, galhos, cascas e partes de madeira que não são aproveitadas como as pontas e tocos. Em florestas destinadas a produção do carvão vegetal é

incomum o descascamento da madeira, pois a casca também é utilizada como matéria prima; já para outros empregos da madeira, como por exemplo, no setor de tratamento de madeira para a produção de moirões, os resíduos gerados pela colheita são comumente deixados no campo, tendo em vista a ciclagem de nutrientes. No entanto, é necessário ressaltar que tais produtos podem ser empregados na geração de energia térmica, produção de pellets e briquetes e também na confecção de substratos (CASTRO, 2014).

O uso de resíduos orgânicos florestais, como componente de substratos para a produção de mudas, é prática comum em empresas de papel e celulose sendo que, de modo geral, a casca de pinus é o resíduo mais utilizado (MAIA, 1999).

Dentre os resíduos regionais, que apresentam características favoráveis na composição de substratos, tem-se principalmente, a casca de eucalipto e a moinha de carvão. A casca de eucalipto é um subproduto proveniente do beneficiamento da madeira (descascamento), facilmente encontrada no estado de Minas Gerais. Enquanto a moinha de carvão é um subproduto da produção de carvão vegetal (partículas finas não aproveitadas pelas siderúrgicas). Confere maior aeração e drenagem ao substrato, promovendo assim ganhos significativos no crescimento radicular, desde que não ultrapasse 20 % do volume da mistura final do substrato, uma vez que, quando em quantidades superiores, tal componente não permite que o torrão apresente boa agregação.

2.5 ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS

As características morfológicas são amplamente utilizados na análise de qualidade de mudas, por se tratar de variáveis facilmente mensuráveis em condição de viveiro (FONSECA, 2000). Segundo Sabonaro (2006), os atributos mais utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas de espécies arbóreas são a altura (H), o diâmetro do coleto (DC), matéria seca total (PMST), matéria seca da parte aérea (PMSPA) e matéria seca das raízes (PMSR).

A altura da planta é considerada uma boa variável na avaliação do padrão da qualidade de mudas de espécies florestais, devido à facilidade de determinação desta variável para qualquer espécie e em todo tipo de viveiro, aliada ao fato de que sua medição não acarreta na destruição das mudas (KNAPIK, 2005).

O diâmetro do coleto encontra-se diretamente relacionado com o índice de sobrevivência e crescimento inicial das plantas em campo (KRATZ, 2011), indicando que quanto maior o diâmetro, melhor será o equilíbrio do crescimento, principalmente quando se exige rustificação das mudas (GOMES; PAIVA, 2006).

A biomassa seca da parte aérea está relacionada dentre outras características com a qualidade e quantidade de folhas. As folhas constituem uma das principais fontes de nutrientes

e fotoassimilados necessários para adaptação da muda pós-plantio. (BELLOTE; SILVA, 2000).

A massa seca radicular é um atributo que estima a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas em campo, através da função das raízes (absorção de água e nutrientes), onde a sobrevivência é maior quanto mais abundante o sistema radicular (GOMES; PAIVA, 2006).

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) pondera várias características morfológicas importantes empregadas para a avaliação de qualidade (CALDEIRA et al., 2007; TRAZZI et al., 2012), produção de massa seca da parte aérea (PMSPA), das raízes (PMSR) e total (PMST), bem como a altura (H) e o diâmetro do coleto (DC) das mudas (CHAVES; PAIVA, 2004). É, portanto, considerado como um bom indicador da qualidade das mudas, pois considera em seu cálculo a robustez (H/DC) e o equilíbrio da distribuição da massa (PMSPA/PMSR) da muda (FONSECA, 2000).

3 METODOLOGIA

As mudas de *Eucalyptus urophylla*, foram produzidas no viveiro florestal do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista (IFMG – SJE), município de São João Evangelista, localizado na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub-bacia do Suaçuí Grande), região Centro Nordeste do Estado de Minas Gerais. A altitude média no município é de 690 m e o clima é classificado como Cwa – inverno seco e verão chuvoso (KÖPPEN, 1948), com temperatura média máxima anual de 26,1 °C e média mínima anual de 15 °C. O índice médio pluviométrico anual é de 1.081 mm (IBGE, 2014).

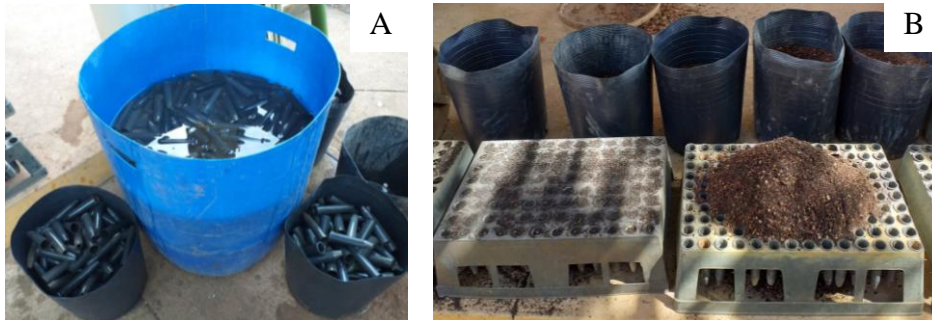
Os materiais (casca de eucalipto e moinha de carvão) utilizados na formulação dos tratamentos, foram coletados nas imediações do Sítio Conquista, situado a 17°35'36,36" de latitude Sul e 42°13'57,85" de longitude Oeste, localizado em área rural do município de Setubinha, Minas Gerais. A casca de eucalipto recolhida após o descascamento foi seca em ambiente arejado e sombreado por 60 dias. Posteriormente, foi realizada a operação de trituração do material com o auxílio de um desintegrador JF 2D.

Por fim, os componentes, casca de eucalipto triturada e moinha de carvão foram peneirados com auxílio de uma peneira fabricada em tela de arame galvanizado malha 6 (abertura 3,67mm) fio 24 BWG (0,56mm), visando obter-se granulometria uniforme para consecutiva formulação dos substratos.

Para o experimento, foram usados recipientes de plástico rígido (tubete de prolipropileno) de 55 cm³, previamente lavados e imersos em solução aquosa contendo hipoclorito de sódio na concentração de 1% e posteriormente preenchidos com substrato à base de formulação

comercial, casca de eucalipto triturada e moinha de carvão, nas proporções de acordo com os tratamentos (Figura 1).

Figura 1 - Imersão do recipientes em solução aquosa contendo hipoclorito de sódio (A) e preenchimento com os substratos formulados (B).



Os materiais foram misturados manualmente, acrescentando-se a todas as formulações doses equivalentes a 10 gL^{-1} de adubo de liberação controlada (Osmocote® Plus 15-9-12). Os tratamentos avaliados consistiram de 7 misturas de substratos preparados a partir de diferentes combinações entre casca de eucalipto triturada, moinha de carvão e formulação comercial, nas proporções descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Porcentagem dos materiais utilizados na formulação dos substratos (tratamentos).

Treatment	Casca de eucalipto	Moinha de carvão	Substrato comercial
T1	0%	0%	100%
T2	20%	20%	60%
T3	40%	20%	40%
T4	60%	20%	20%
T5	80%	0%	20%
T6	80%	20%	0%
T7	100%	0%	0%

A caracterização física e química (Tabela 2) dos substratos foi realizada no setor de Caracterização de Substratos do Departamento de Engenharia Florestal DEF-FCA/UFVJM, conforme as metodologias de Zorzeto et al. (2014); Brasil (2007); Embrapa (1997) e Silva (2009).

TABELA 2 – Características físicas dos substratos utilizados no estudo.

Substratos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Características Físicas							
Du (g cm ⁻³)	0,80	0,81	0,76	0,70	0,63	0,61	0,70
Ds (g cm ⁻³)	0,73	0,73	0,68	0,62	0,56	0,54	0,65
Dp (g cm ⁻³)	0,40	0,40	0,37	0,50	0,38	0,41	0,42
PT (cm ³ cm ⁻³)	0,39	0,42	0,42	0,40	0,34	0,35	0,47
Ma (cm ³ cm ⁻³)	0,27	0,25	0,20	0,16	0,09	0,10	0,16
Mic (cm ³ cm ⁻³)	0,12	0,17	0,22	0,24	0,25	0,25	0,32
EA (cm ³ cm ⁻³)	0,13	0,13	0,11	0,10	0,06	0,07	0,12
AD (cm ³ cm ⁻³)	0,16	0,15	0,11	0,07	0,04	0,06	0,06
AFD (cm ³ cm ⁻³)	0,12	0,11	0,07	0,02	0,02	0,02	0,05
AT (cm ³ cm ⁻³)	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,03
AR (cm ³ cm ⁻³)	0,10	0,15	0,20	0,22	0,24	0,22	0,29
CRA (cm ³ cm ⁻³)	0,26	0,30	0,31	0,30	0,28	0,28	0,35
CE (mS cm ⁻¹)	0,84	0,74	0,75	0,75	0,80	0,72	1,02
Características Químicas							
pH (água)	4,65	6,34	6,16	6,34	3,84	5,84	3,29
P (mg dm ⁻³)	569,09	389,45	329,82	225,82	129,45	33,82	38,18
K(mg dm ⁻³)	686,67	598,64	545,82	484,19	352,14	308,12	290,52
Na(mg dm ⁻³)	73,10	78,73	89,97	101,22	78,73	84,35	78,73
Ca(cmol _c dm ⁻³)	7,54	10,15	7,79	9,07	1,11	4,18	0,22
Mg(cmol _c dm ⁻³)	1,88	3,38	2,09	2,35	0,31	1,17	0,07
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,60	0,10	0,86
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	10,68	2,47	2,33	2,36	7,49	2,33	8,56
SB (cmol _c dm ⁻³)	11,49	15,40	11,67	13,10	2,66	6,51	1,37
t (cmol _c dm ⁻³)	11,54	15,45	11,72	13,15	3,26	6,61	2,23
T (cmol _c dm ⁻³)	22,17	17,87	14,00	15,46	10,15	8,84	9,93
m (%)	0,44	0,33	0,43	0,38	18,54	1,53	38,44
V (%)	51,82	86,19	83,33	84,73	26,19	73,59	13,82
M. O. (dag kg ⁻¹)	13,75	13,11	16,70	15,78	20,05	19,28	22,84
SAT Ca (%)	33,99	56,78	55,66	58,65	10,92	47,32	2,19
SAT Mg (%)	8,48	18,93	14,90	15,22	3,02	13,20	0,70
SAT K (%)	339,03	177,70	167,59	146,20	344,00	107,13	537,74
Ca Mg ⁻¹	4,01	3,00	3,73	3,85	3,61	3,58	3,14
Ca K ⁻¹	4,29	6,63	5,58	7,32	1,23	5,31	0,29
Mg K ⁻¹	1,07	2,21	1,49	1,90	0,34	1,48	0,09
(Ca+Mg) K ⁻¹	5,36	8,84	7,08	9,22	1,57	6,79	0,39

Realizou-se a semeadura direta manual de *E. urophylla* nos recipientes preparados e as sementes receberam cobertura de uma fina camada do substrato utilizado no enchimento dos tubetes.

Quando as plântulas atingiram aproximadamente 5,0 cm de altura foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma plântula remanescente por tubete, preferencialmente a mais central e vigorosa. Neste momento os tubetes foram espaçados nas bandejas, de modo a utilizar apenas 50% das células de cada bandeja.

As mudas permaneceram por 115 dias em local parcialmente sombreado (área coberta com tela sombrite 50%), recebendo em média quatro irrigações diárias de 10 minutos (vazão de 29,8 L hora⁻¹). Durante este período receberam uma adubação realizada através da imersão do substrato em solução aquosa contendo 135 gramas de superfosfato simples, 40 gramas de sulfato de amônio, 35 gramas de cloreto de potássio, 1,5 gramas de sulfato de magnésio, 1 grama de sulfato de zinco, 1 grama de sulfato de cobre, 1 grama de ácido bórico, 1 grama de sulfato ferroso e 95 gramas de fosfato monoamônico (MAP) (Figura 2).

Figura 2 – Preparação de solução aquosa contendo macronutrientes e micronutrientes (A), adubação das mudas de *Eucalyptus urophylla* via imersão de substrato (B).

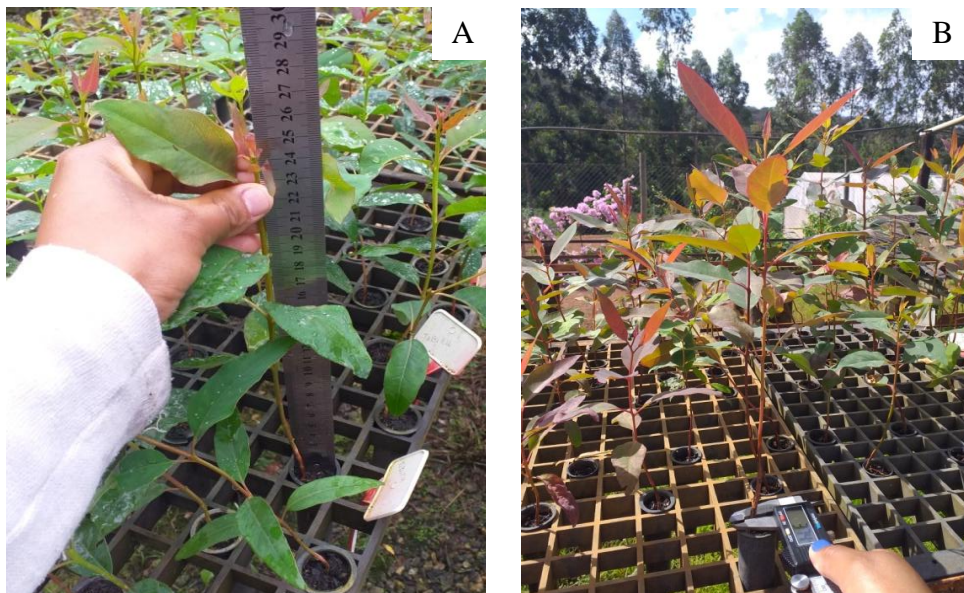


Posteriormente as mudas foram transferidas para a área de rustificação, a céu aberto onde ficaram expostas diretamente ao sol por mais 30 dias, recebendo três irrigações diárias de 15 minutos (vazão de 30,0 L hora⁻¹). Neste período foi realizada uma adubação através da irrigação de solução aquosa contendo os adubos minerais, cloreto de potássio e sulfato de amônio nas proporções, 30 g L⁻¹ e 100 g L⁻¹ respectivamente. No preparo das adubações, os fertilizantes foram dissolvidos em água e a solução resultante foi aplicada nas mudas com regador manual.

Para a análise do crescimento e qualidade das mudas foram realizadas as avaliações de altura total (H), diâmetro do coleto (DC) e biomassa da parte aérea e do sistema radicular (massa seca), para posterior cálculo do índice de qualidade de Dickson (IQD).

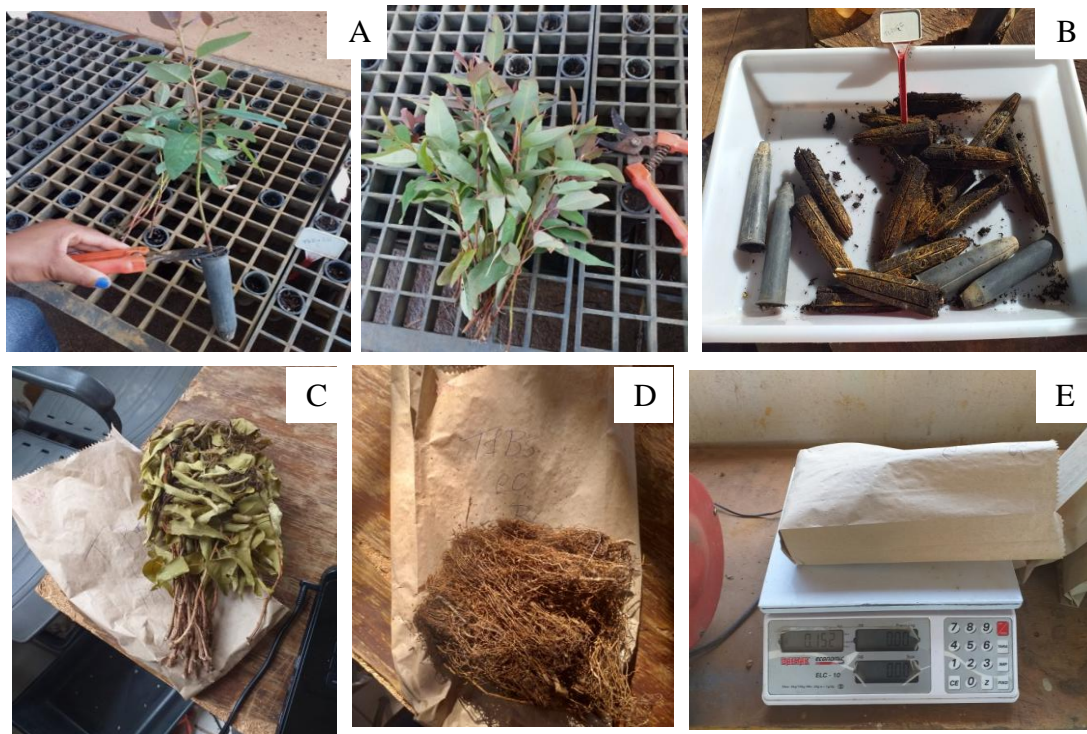
A altura da parte aérea foi determinada a partir do nível do substrato até a ponta da última folha, com o auxílio de régua graduada em centímetros. E o diâmetro do coleto medido ao nível do substrato utilizando-se um paquímetro digital com precisão de milímetros (Figura 3).

Figura 3 - Medição da altura total (A) e diâmetro do coleto (B) das mudas de *Eucalyptus urophylla* cultivadas sobre diferentes substratos.



A matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do sistema radicular (PMSR) foi obtida após a separação da parte aérea e radicular da planta, secagem em estufa de circulação de ar forçada a 80°C, até atingir peso constante, e posterior pesagem realizada com o auxílio de balança eletrônica, com precisão de gramas. O peso total da matéria seca das mudas foi obtido somando-se o PMSPA e PMSR (Figura 4).

Figura 4 - Separação da biomassa aérea (A) e radicular (B) das mudas de *Eucalyptus urophylla*, obtenção das biomassas secas, parte aérea (C) e radicular (D) e pesagem (E).



Por fim, o IQD foi determinado em função de H, DC, PMSPA e PMSR, por meio da seguinte fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{PMST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{PMSPA(g)}{PMSR(g)}}$$

Em que: PMST = peso de massa seca total, em g; PMSPA = peso de massa seca da parte aérea, em g; PMSR = peso de massa seca de raiz, em g; H = altura da parte aérea, em cm; DC = diâmetro do coleto, em mm.

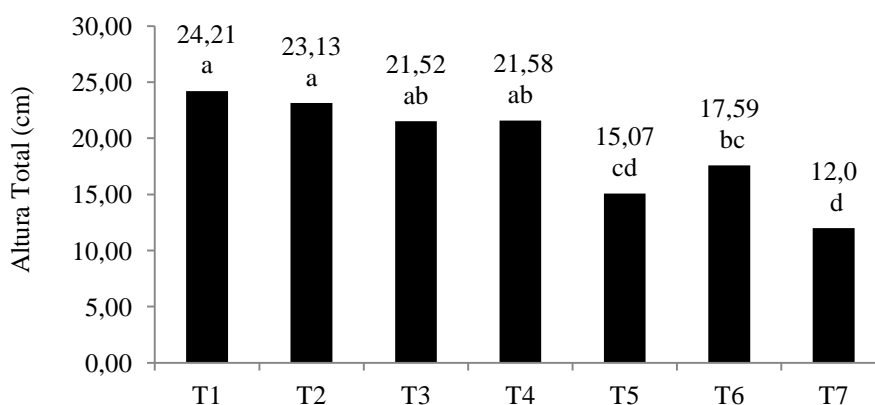
O experimento foi estabelecido em um delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições e 20 plantas por parcela, totalizando 700 plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% de significância, utilizando-se o programa computacional Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo dos substratos utilizados nos atributos morfológicos avaliados e o coeficiente de variação experimental encontrado analisando-se as variáveis, variou entre 8,13 e 17,31, sendo considerado por Martins, (2002) como um coeficiente de baixa (inferior a 15%) à média dispersão (entre 15% e 30%) (Tabela 5 - Apêndice).

Quanto à altura das mudas (H), aos 145 dias, verificaram-se resultados positivos no uso dos substratos T2 (23,13 cm), T3 (21,52 cm) e T4 (21,58 cm), sendo estes significativamente iguais à formulação comercial (T1) com média igual a 24,21 centímetros, em relação ao atributo analisado (Figura 5). De acordo com Wendling e Dutra (2010) o valor mínimo de altura para o plantio de mudas de eucalipto no campo é de 15 cm. Dentre os substratos analisados, o único a apresentar média inferior ao valor mínimo de qualidade de mudas proposto por estes autores, foi o substrato T7, medindo 12 cm de altura.

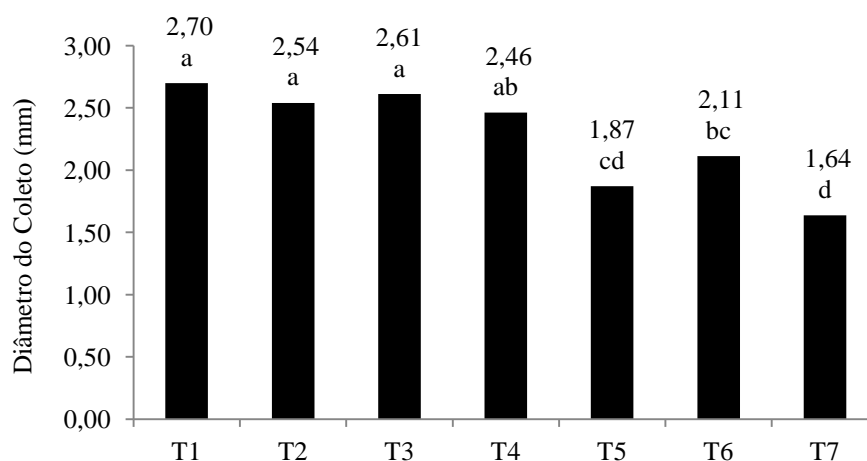
Figura 5 - Altura total (H) aos 145 dias de mudas de *Eucalyptus urophylla* cultivadas sobre diferentes substratos. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$).



Quanto ao diâmetro do coleto (DC), os resultados dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 não diferiram estatisticamente e obtiveram com maiores médias, variando entre 2,46 e 2,70 milímetros (Figura 6).

Corroborando com os resultados do presente trabalho, Trigueiro e Guerrini (2003) verificaram diâmetro do coleto médio de 2,57 mm em mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em substrato comercial à base de casca de pinus aos 120 dias. Kratz (2011), analisando mudas de *Eucalyptus benthamii*, encontrou diâmetro do coleto de 1,70 mm, aos 90 dias após semeadura. Desta forma, é possível constatar que os valores encontrados no presente estudo, estão próximos aos observados em outras pesquisas realizadas com eucalipto.

Figura 6 – Diâmetro do coleto (DC) aos 145 dias de mudas de *Eucalyptus urophylla* cultivadas sobre diferentes substratos. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

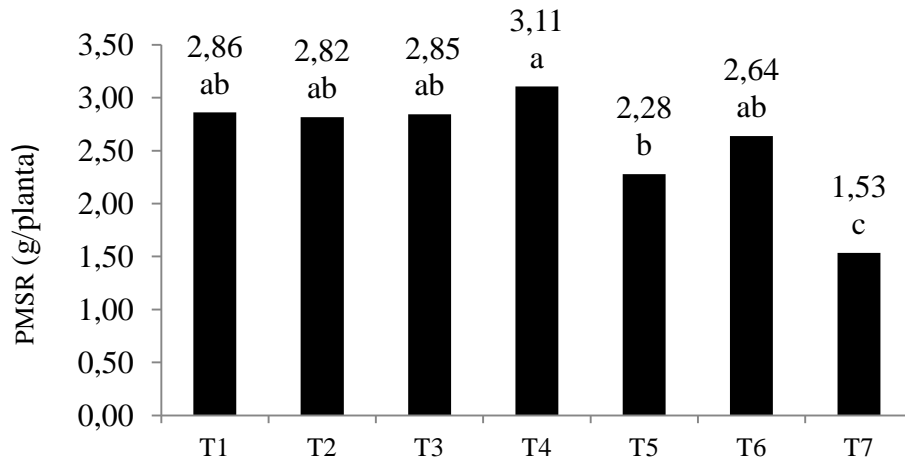


Segundo Gomes et al. (2002), na avaliação da qualidade das mudas, quantificar a biomassa é considerado um procedimento essencial, tendo em vista que mudas com valores superiores para tal variável, apresentam maior resistência às condições de campo, acarretando em maior sobrevivência e evitando gastos com replantio.

Ao analisar-se a biomassa seca das raízes (PMSR), as maiores médias foram obtidas nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T6 (Figura 7).

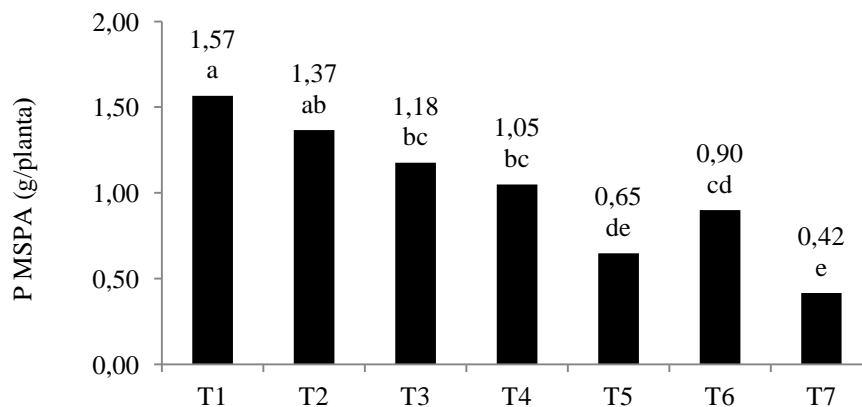
Para esta variável os valores obtidos no estudo, variaram entre 1,53 e 3,11 gramas, mostrando-se superiores aqueles encontrados por Lopes, Amaral e Novaes (2014), ao analisar mudas de *E. urophylla*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Corymbia citriodora* aos 90 dias, cultivadas em recipientes de 50 cm³ preenchidos com um composto a base de 50 % de casca de Pinus, 30% de turfa processada e 20% de vermiculita expandida. Neste estudo os valores de PMSR foram 0,26; 0,27 e 0,32 gramas, respectivamente.

Figura 7 – Peso da massa seca das raízes (PMSR) aos 145 dias de mudas de *Eucalyptus urophylla* cultivadas sobre diferentes substratos. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).



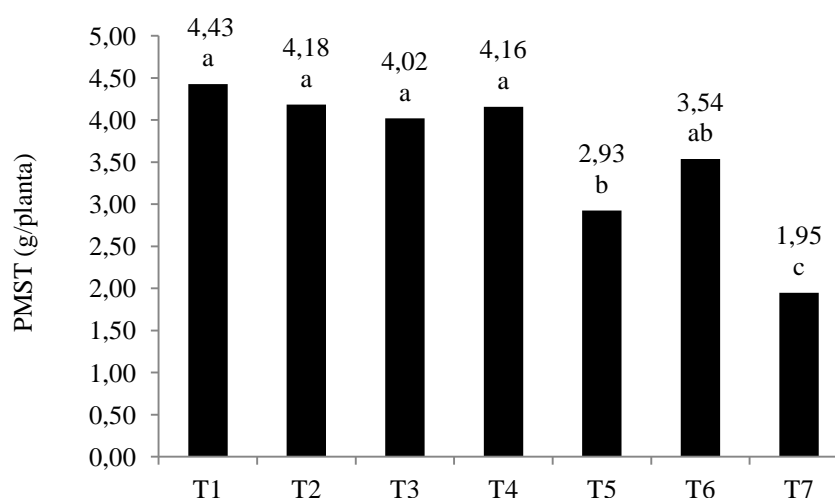
Ao analisar o atributo biomassa seca da parte aérea (PMSPA), os resultados obtidos elencaram como melhores tratamentos, T1 e T2, (1,57 e 1,37 gramas respectivamente) (Figura 8). Corroborando com o estudo, Fonseca (2012) ao analisar a influência do tamanho do recipiente na qualidade de mudas de três espécies de eucalipto, obteve um intervalo variando entre 0,94 a 1,61 gramas, para essa variável. Considerando os resultados do estudo, os tratamentos T5, T6 e T7, aos 120 dias, são menores a este limite inferior.

Figura 8 – Peso da massa seca da Parte Aérea (PMSPA) aos 145 dias de mudas de *Eucalyptus urophylla* cultivadas sobre diferentes substratos. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).



Os valores de peso da massa seca total (PMST) das mudas de *E. urophylla* aos 145 dias, variaram de 1,95 g/planta a 4,43 g/planta. Os tratamentos T1, T2, T3, T4 E T6 apresentaram valores mais elevados de massa total em relação aos demais tratamentos (Figura 9).

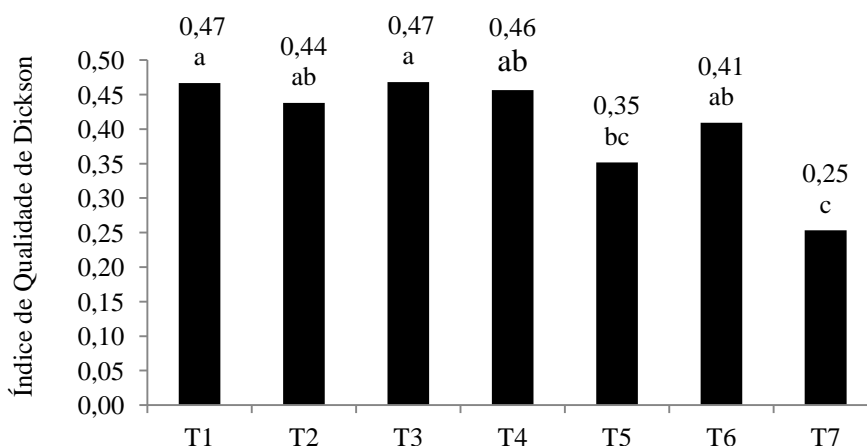
Figura 9 – Peso da massa seca total (PMST) aos 145 dias de mudas de *Eucalyptus urophylla* cultivadas sobre diferentes substratos. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).



O Índice de Qualidade de Dickson é apontado como um bom indicador de qualidade de mudas, sendo que, quanto maior o IQD, melhor será o padrão de qualidade da muda (VIDAL et al., 2006). Para tal índice, o estudo evidenciou que as maiores médias (entre 0,41 e 0,47) foram obtidas nos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 6 (Figura 10).

Gomes e Paiva (2004) salientam que o IQD deve ter o valor mínimo de 0,20, no estudo, os tratamentos analisados mostraram-se superiores, variando entre 0,25 e 0,47. Conforme observado em outros trabalhos realizados utilizando diferentes espécies, o IQD ideal depende da espécie em uso. Os resultados foram também, superiores àqueles encontrados por Oliveira Júnior; Cairo; Novaes (2011) ao estudar as características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas produzidas em diferentes substratos para *E. urophylla* aos 100 dias, tais autores obtiveram intervalo variando entre 0,06 e 0,11. Eloy et al. (2013), avaliando a qualidade das mudas de *E. grandis* aos 140 dias, encontrou um IQD variando entre 0,30 e 0,56. Tais valores corroboram com o estudo, uma vez que, dentre os tratamentos analisados apenas o tratamento 7 não se encontra incluso no intervalo proposto pelos autores. Diferiu-se superiormente ao obtido por Kratz et al. (2013) em mudas de *E. benthamii* (entre 0,10 e 0,21).

Figura 10 – Índice de Qualidade de Dickson (IQD) aos 145 dias de mudas de *Eucalyptus urophylla* cultivadas sobre diferentes substratos. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).



Um material pode ser caracterizado mediante uma gama de propriedades físicas, químicas ou biológicas. Entretanto, algumas características físicas e químicas se destacam. Capacidade de retenção de água (CRA), Fósforo disponível (P), Potássio (K), pH em água (pH) e CTC são consideradas como prioritárias na caracterização fundamental do material. A partir dessas propriedades é possível indicar a qualidade e sugerir usos e limitações dos substratos (ZORZETO, 2011).

Pode-se observar, pelos resultados desta pesquisa (Tabela 6 - Apêndice), que a qualidade físico-química dos substratos influencia no desenvolvimento das mudas de *E. urophylla*. Sendo que, o bom desempenho na formação das mudas, observado nos tratamentos T1, T2, T3, T4 para a maior parte dos atributos morfológicos analisados pode estar relacionado aos constituintes físico-químicos dos materiais utilizados na composição dos substratos (Tabela 3). Na formação das mudas, é importante a utilização de substratos que apresentem propriedades físico-químicas adequadas e que forneçam os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta. Testando substratos alternativos na formação de mudas de *E. urophylla*, constatou-se que os tratamentos T1, T2, T3, T4 demonstraram ser favoráveis em cinco das seis variáveis analisadas, enquanto o tratamento T6 por ter destacado-se em apenas três dos seis atributos analisados e na análise físico-química ter apresentado qualidade inferior aos tratamentos T1, T2, T3 e T4 não foi portanto considerado um dos melhores.

TABELA 3 – Características físicas e químicas dos substratos.

Substratos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Características Físicas e Químicas							
CTC (cmol _c dm ⁻³)	11,54	15,45	11,72	13,15	3,26	6,61	2,23
pH (água)	4,65	6,34	6,16	6,34	3,84	5,84	3,29
P (mg dm ⁻³)	569,09	389,45	329,82	225,82	129,45	33,82	38,18
K(mg dm ⁻³)	686,67	598,64	545,82	484,19	352,14	308,12	290,52
CRA (cm ³ cm ⁻³)	0,26	0,30	0,31	0,30	0,28	0,28	0,35

O nutriente fósforo (P), quando em quantidades adequadas é considerado um macronutrientes essencial no metabolismo de enzimas e na síntese das proteínas, por isso encontra-se relacionado fortemente ao crescimento inicial de mudas. (MENDES; FARIA; SILVA, 2010). Está também envolvido diretamente com o desenvolvimento do sistema radicular (VALADARES et al., 2015). Possui importante papel na sobrevivência das plantas, uma vez que este participa de compostos como o trifosfato de adenosina (ATP), atuando no metabolismo de carboidratos, realização da fotossíntese e respiração (SOUSA et al., 2014).

Amorim et al. (2015) ao avaliar os efeitos de N-P-K no crescimento de mudas de espécies florestais, constatou que o fósforo foi o que mais contribuiu para o crescimento. A deficiência de fósforo nos substratos provoca, portanto, crescimento irregular tanto na parte aérea quanto no sistema radicular, prejudicando a qualidade das mudas.

O potássio (K) está envolvido na fotossíntese. Um suprimento inadequado de potássio também faz com que os estômatos não se abram regularmente, podendo ocorrer menor assimilação de CO₂ nos cloroplastos, diminuindo conseqüentemente a taxa fotossintética.

O pH é uma característica química considerada, pois encontra-se relacionada a disponibilidade ou indisponibilidade de macro e micronutrientes necessários ao bom desenvolvimento das mudas. Em substratos com pH abaixo de 5,0, podem ocorrer as deficiências de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e boro; enquanto em pH acima de 6,5, são esperadas deficiências de fósforo, ferro, manganês, zinco e cobre (VALERI & CORRADINI, 2000). Entretanto, neste estudo, não foram observados sintomas de deficiência ou toxidez.

A Capacidade de Troca Catiônica (CTC), influencia na estabilidade do solo, disponibilidade de nutrientes, o pH do solo e a reação do solo com fertilizantes e outros. Quanto maior a CTC do solo, melhor será sua fertilidade. Isso porque é maior a quantidade de cátions, como cálcio, magnésio, potássio, nutrientes essenciais para as plantas.

Analisando-se a capacidade de retenção de água, segundo Martínez (2002) um bom substrato deve apresentar CRA, variando entre 20 e 30 % do seu volume. No estudo, os valores de CRA obtidos para as amostras, variam entre 26 e 35%, estando apenas o tratamento T7, acima do proposto, logo os demais substratos poderiam ser considerados como bons retentores de água.

Contudo, embora avaliadas separadamente as características físico-químicas devem ser analisadas em conjunto para a classificação de um substrato, pois isoladamente não são capazes de atender a todos os quesitos que limitam a qualidade de um substrato.

Considerando que o tratamento composto exclusivamente por substrato comercial (T1) apresentou resultados estatisticamente iguais a tratamentos onde foram acrescidos os materiais, moinha de carvão e casca de eucalipto (T2, T3, T4), e também que o custo médio por milheiro de mudas produzidas utilizando-se formulação comercial é considerado elevado, através da utilização de compostos alternativos disponíveis em abundância, de forma combinada à formulação comercial, tem-se a possibilidade de redução dos custos de produção, mantendo-se a qualidade das mudas produzidas (Tabela 4).

Tabela 4 – Custos referentes ao substrato gasto na produção de mil mudas de *Eucalyptus urophylla*, utilizando-se recipientes de 55 cm³, excluindo-se os gastos referentes ao transporte. Os valores expressos baseiam-se na condição de que 25 kg de formulação comercial custavam em dezembro de 2019, R\$ 15,00, e preenchia 940 tubetes de 50 cm³.

Tratamento	Composição	Custo	
		R\$	%
T1	100% SC	18,00	100%
T2	60% SC+20% M+20% CE	10,80	60%
T3	40% SC+20% M+40% CE	7,20	40%
T4	20% SC+20% M+60% CE	3,60	20%

SC = Substrato comercial; M = Moinha de carvão; CE = Casca de eucalipto.

Levando em consideração que as mudas de eucalipto responderam de forma diferenciada à composição do substrato de acordo com as proporções dos seus constituintes, o acréscimo dos componentes, casca de eucalipto e moinha de carvão, influenciou de forma positiva no crescimento das mudas de *E. urophylla*, além disso, o uso de tais subprodutos diminuiu o custo de substrato produzido.

Constatou-se que as mudas que apresentaram maior crescimento em altura, diâmetro do colo, massa seca total, da parte aérea e das raízes em tratamentos onde se utilizou no máximo 60% de casca e 20% de moinha de carvão. Ressaltando que a utilização de compostos regionalmente abundantes é possível desde que em proporções adequadas.

5 CONCLUSÕES

O uso dos subprodutos (casca de eucalipto e moinha de carvão) mostrou-se viável, nas proporções 20% Moinha + 20% Casca de Eucalipto, 20% Moinha + 40% Casca de Eucalipto, 20% Moinha + 60% Casca de Eucalipto.

Os tratamentos T2, T3 e T4 são uma boa alternativa para formação de mudas da espécie *E. urophylla* a um custo reduzido, mantendo-se a qualidade desejada.

Os resultados do estudo são fomento para próximas pesquisas.

REFERÊNCIAS

ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico da ABRAF 2008: ano base 2007. Brasília, 2008, 90p.

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 500 p.

AMORIM, D. A. et al. Adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras ‘paluma’: I. efeito na produtividade e na qualidade dos frutos para industrialização. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 1, p. 201-209, mar, 2015.

BACH, D. B. et al. Estudo da viabilidade econômica do cultivo da babosa (*Aloe vera* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1136-144, 2007.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 105- 133.

BERTOLA, A. **Eucalipto - 100 anos de Brasil- "Falem mal, mas continuam falando de mim!"**. Setor de Inventário Florestal - V&M Florestal Ltda, Curvelo - MG, 91p., 2013. Disponível em: http://www.celsofoelkel.com.br/artigos/outros/Eucalipto_100%20anos%20de%20Brasil_Alexandre_Bertola.pdf > . Acesso em: 10 dez. de 2019.

BRASIL. Instrução Normativa n. 17, de 21 de maio de 2007. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 maio. 2007. Seção 1, p. 8.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, 2007; 3(3): 311-323.

CASTRO, A. F. N. M. **Potencial dos resíduos florestais e dos gases da carbonização da madeira para geração de energia elétrica**. 2014.110 f. Tese (Pós-Graduação em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

CHAVES, A.S.; PAIVA, H.N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, 2004.

COURA, S. M. C. **Mapeamento da vegetação do estado de Minas Gerais usando dados do sensor MODIS**. Dissertação de Mestrado. 150f. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2007. Disponível em: <<http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2006/12.21.13.36/doc/publicacao.pdf>> Acesso em: 15 dez. 2018.

CUNHA, A.O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DIAS, B. A. S. et al. Análise econômica de dois sistemas de produção de mudas de eucalipto. **Revista Floresta e Ambiente**. 2011; 18(2): 171- 177.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. **Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries**. Forestry Chronicle, v. 36, p. 10 - 13, 1960.

ELOY, E. et al. avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 3, p. 373 - 384, jul. / set. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** 2011; 35(6): 1039- 1042.

FOELKEL, C. E. B. **Eucalipto no Brasil, história de pioneirismo**. Visão Agrícola Nº 4, jul/dez 2005. Disponível em: < <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va04-florestas-plantadas03.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2019.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell e *Aspidosperma polyneuron* Muil Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Jaboticabal, 2000. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista.

FONSECA, M. D. S. **Influência do tamanho do recipiente na qualidade de mudas de três espécies de eucalipto**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das almas, BA, outubro, 2012.

FONSECA, S. M. et al. **Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**. Viçosa: UFV, 2010. 200 p.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: Editora UFV, 2006.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: Ed. UFV, 2004. (Caderno didático, 72).

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório 2019. Disponível em: < <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2019.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório 2017. Disponível em: <<https://iba.org/eng/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorio-anual2017.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório 2014. Disponível em: <https://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba_2014.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística, 2014. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=316280>>. Acesso: 01 out. 2018.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substratos para plantas**: a base da produção vegetal em recipientes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Genesis, 2000. 312p.

KNAPIK, J. G. et al. Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e *Allophylus Edulis* (St. Hil.) Radl. (Vacum) sob diferentes regimes de adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 51. 2005.

KÖPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México: FCE, p. 482-487, 1948.

KRATZ, D. et al. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 607-621, out. –dez., 2013.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth**. 2011. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2011.

LOPES, E. D.; AMARAL, C. L. F.; NOVAES, A. B. de. Desempenho no campo de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Corymbia citriodora* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 4, p. 589 - 596, out. / dez. 2014.

LOPES, J. L. W. et al. Nutrição mineral de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 713-722, 2007.

MAIA, C.M.B.F. Uso de casca de pinus e lodo biológico com substrato para produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 81-92, jul./dez. 1999.

MARTÍNEZ, P. F. **Manejo de substratos para horticultura**. In: FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, M.F.; ABREU, C.A.; FURLANI, P.R.; QUAGGIO, J.A.; MINAMI, K. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 2002. p.53-76.

MELO, L. A. et al. 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 abr./jun.

MENDES, A. M. S.; FARIA, C. M. B. de; SILVA, D. J. **Sistema de Produção de Melancia**. Embrapa Semiárido. Versão Eletrônica. Ago/2010. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/adubacao.htm#taxonomia>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112 p.

OLIVEIRA, M. K. T. et al. Uso de substratos orgânico-minerais na produção de mudas de *Erythrina velutina*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 91, p. 235-242, jul./set. 2017.

OLIVEIRA JUNIOR, O. A. de; CAIRO, P. A. R; NOVAES, A. B. de. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Rev. Árvore**, 2011; 35(6): 1173-1180.

OLIVEIRA NETO, S. N. de; REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F. **Eucalipto: as questões ambientais e seu potencial para sistemas agrosilvipastoris**. In: FERNANDES, E.N. 2007.

RIBEIRO, G. B. de D.; ISBAEX, C.; VALVERDE, S. R. A quantitative analysis of forestry sector contribution for the increase of Minas Gerais municipalities revenues. **Revista Árvore**, v. 42, n. 3, p. e420303, 2018.

ROBER, R. **Substratos hortícolas**: possibilidades e limites de sua composição e uso; exemplos da pesquisa, da indústria e do consumo. In Kämpf, A. N. e M. H., Fermino (Ed.) Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Gênese, Porto Alegre, p.123-138, 2000.

SABONARO, D. Z. **Utilização de composto de lixo urbano na Produção de mudas de espécies arbóreas Nativas com dois níveis de irrigação**. Dissertação (Mestrado em agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária: Unesp, SP, 2006.

SANTAROSA, E. et al. **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília – DF: EMBRAPA, 2014. 138 p.

SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J. N. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 65, p. 120-129, 2004.

SILVA, F. C. (editor). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília. Embrapa, 2009. 627p.

SILVA, J. I. et al. Desenvolvimento de mudas de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner em diferentes combinações de substrato e recipientes. **Coffee Sci**. 5: 38-48, 2010.

SOUSA, G. G. et al. **Fertirrigação potássica na cultura do morango no litoral Cearense**. *Bragantia*, Campinas, v. 73, n. 1, p.1-6, 2014.

TETTO, A. F. **Produtos Florestais**. In: PARANÁ, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (Org.). Análise da conjuntura agropecuária safra 2008/09. Curitiba, 2008, v. 1, 15 p. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/produtos_florestais_080_9.pdf>. Acesso em: 07 set. 2018.

TRAZZI, P. A. et al. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, 2012; 40(96): 455-462.

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

VALADARES, S. V. et al. Plasticidade fenotípica e frações fosfatadas em espécies florestais como resposta à aplicação de fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.2, p.225-232, 2015.

VALERI, S.V. & CORRADINI L. **Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus***. In: Gonçalves JLM & Benedetti V (Ed.) Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, IPEF. p.167-189, 2000.

VIDAL, L. H. I. et al. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. **Horticultura Brasileira**, Brasília v. 24, n. 1, p. 26-30, jan./mar. 2006.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto por sementes**. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. p. 13 - 47.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire. **Árvore** 31: 209-220, 2007.

ZORZETO, T. Q. et al. **Caracterização física de substratos para plantas**. Bragantia, Campinas, v. 73, n. 3, p.300-311, 2014.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, SP, 2011.

APÊNDICE

Tabela 5 – Análise de variância para diâmetro do colo (mm), altura total (cm), peso matéria seca da parte aérea (PMSPA) (g), do peso matéria seca das raízes (PMSR) (g), peso da matéria seca total (PMST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, avaliados aos 145 dias.

FV	GL	DC (mm)	H (cm)	PMSPA (g/planta)	PMSR (g/planta)	PMST (g/planta)	IQD
Quadrado Médio							
Tratamento	6	0,83*	102,56*	0,80*	1,39*	3,92*	0,03*
Bloco	4	0,27*	20,77*	0,21*	1,90*	3,14*	0,04*
Erro	24	-	-	-	-	-	-
Total	34	-	-	-	-	-	-
Média	-	2,28	19,30	1,02	2,58	3,60	0,41
CV_{exp.} (%)	-	8,13	12,66	17,31	13,96	12,50	13,15

* - significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL - graus de liberdade, CV_{exp.}- coeficiente de variação experimental.

Tabela 6 - Altura de planta (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca de parte aérea (PMSPA) e do sistema radicular (PMSR), massa seca total (PMST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, avaliados aos 145 dias após semeadura.

Tratamento	H (cm)	DC (mm)	IQD -	PMSPA (g/planta)	PMSR (g/planta)	PMST (g/planta)
T1	24,2120	2,6984	0,4669	1,5662	2,8613	4,4275
T2	23,1340	2,5398	0,4378	1,3666	2,8176	4,1842
T3	21,5160	2,6114	0,4682	1,1756	2,8448	4,0204
T4	21,5780	2,4608	0,4564	1,0493	3,1070	4,1562
T5	15,0680	1,8698	0,3518	0,6463	2,2792	2,9255
T6	17,5940	2,1132	0,4090	0,9001	2,6379	3,5379
T7	11,9980	1,6364	0,2533	0,4150	1,5333	1,9483