

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS, CAMPUS- SÃO JOÃO EVANGELISTA - MG
VICTOR ANDRADE**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DO CLONE HÍBRIDO AEC 2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) COM COMPOSTO ORGÂNICO DE
ALCATRÃO VEGETAL**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
ABRIL/2020**

VICTOR ANDRADE

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DO CLONE HÍBRIDO AEC 2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) COM COMPOSTO ORGÂNICO DE ALCATRÃO VEGETAL

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 Agronomia.

Orientador: Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
ABRIL/2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

A553d
2020

Andrade, Victor.

Desenvolvimento inicial de mudas do clone híbrido AEC 2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) com composto orgânico de alcatrão vegetal. / Victor Andrade. – São João Evangelista: IFMG, 2020.

29ff; il.

Me. Álisson José Eufrásio de Carvalho

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

1. Eucalipto. 2. Produção de mudas. 3. Substrato. I. Andrade, Victor. 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

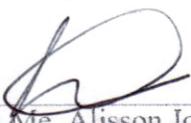
Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

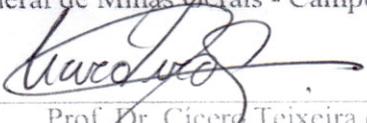
VICTOR ANDRADE

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DO CLONE HÍBRIDO AEC 2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) COM COMPOSTO ORGÂNICO DE ALCATRÃO VEGETAL

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 Agronomia.

Aprovado em: 16 / 03 / 2020 pela banca examinadora:


Orientador: Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista


Prof. Dr. Cícero Teixeira da Silva
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista


Prof. Me. Ivan da Costa Ilhéu Fontan
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista

À minha filha Cecília, dedico este trabalho com todo amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos a mim concedidas e por me iluminar na decisão de voltar a estudar, pois, foi na hora exata. Como sempre, Ele faz tudo quando tem que ser feito.

Agradeço do fundo do meu coração, à minha esposa Ana Amélia, que sempre me deu força em todos os momentos dessa árdua caminhada. A cada dia que se passava, ficava mais forte nosso elo e caminhando juntos. Deus nos deu o presente mais lindo de nossas vidas, Cecília de Souza Andrade, minha filha, que me inspira diariamente a dar o melhor de mim em meu trabalho e em tudo que faço. Agradeço por ela ter mudado minha vida e renovado meus sonhos.

Agradeço minha irmã Húlie e meus pais, Alairce e José Barbosa, por sempre apoiarem minhas decisões, sem o apoio deles, eu não conseguiria!

Agradeço ao meu orientador, Alisson, por sua paciência e vontade de ensinar. Em meu trabalho, sempre levo seus ensinamentos, tanto técnico quanto pessoal, pois além de um profissional, é uma pessoa exemplar.

Obrigado aos verdadeiros amigos que me apoiaram nesta caminhada, seja com um abraço ou uma palavra de incentivo em algum momento, pois não foi fácil.

“Nada é difícil se for dividido em pequenas partes”.
Henry Ford.

RESUMO

Com base na importância do substrato na produção de mudas florestais, e a necessidade da destinação adequada do alcatrão gerado a partir da carbonização da madeira de eucalipto objetivou-se através deste estudo avaliar o desenvolvimento de mudas do Híbrido AEC2034 (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) utilizando composto orgânico produzido com o alcatrão vegetal. Aos 120 dias, avaliou-se a altura total (H), diâmetro do coleto (DC) e a massa fresca e seca 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 em arranjo fatorial 2 x 5, 2 formulações de composto (Bovino/ Suíno e Ave/Caprino) e 5 doses do composto, (dose 1: 100% substrato comercial, dose 2: 75% substrato comercial e 25 % de composto orgânico, dose 3: 50% substrato comercial e 50 % composto orgânico, dose 4: 25% substrato comercial e 75 % de composto orgânico e dose 5: 100% composto orgânico, com 20 repetições. Os dados foram submetidos a ANOVA e ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos analisados são uma boa alternativa para formação de mudas da espécie a um custo reduzido, o composto sem a adição de substrato comercial, mostrou-se uma alternativa de tratamento para o alcatrão vegetal.

Palavras-chave: Eucalipto. Produção de mudas. Substrato.

ABSTRACT

Based on the importance of the substrate in the production of forest seedlings, and the need for the proper destination of the tar generated from the carbonization of eucalyptus wood, this study aimed to evaluate the development of seedlings of the Hybrid AEC2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) using organic compost produced with vegetable tar. At 120 days, the total height (H), diameter of the collection (DC) and the fresh and dry mass of the aerial part (PMSPA) and the root system (PMSR). Were evaluated. From these variables, the Dickson quality (IQD). A randomized block design in a 2 x 5 factorial arrangement was used, 2 compound formulations (Bovine / Swine and Poultry / Goat) and 5 doses of the compound, (dose 1: 100% commercial substrate, dose 2: 75% commercial substrate and 25% organic compound, dose 3: 50% commercial substrate and 50% organic compound, dose 4: 25% commercial substrate and 75% organic compound and dose 5: 100% organic compound, with 20 replicates. ANOVA and the Tukey Test at 5% probability. The analyzed treatments are a good alternative for forming seedlings of the species at a reduced cost, the compound without the addition of commercial substrate, proved to be an alternative treatment for tar vegetable.

Keywords: Eucalyptus. Seedling production. Substrate.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição dos substratos utilizados no presente trabalho	16
Tabela 2: Composição das doses de composto utilizadas no experimento.....	17
Tabela 3: Resumo da análise de variância para diâmetro e altura das plantas do Híbrido AEC2034 ((<i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>) x <i>E. urophylla</i>) avaliadas em diferentes composições de substrato.....	19
Tabela 4: Diâmetro do coleto (DC) de mudas do Híbrido AEC2034 ((<i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>) x <i>E. urophylla</i>) avaliadas em diferentes composições de substrato.....	19
Tabela 5: Altura de mudas do Híbrido AEC2034 ((<i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>) x <i>E. urophylla</i>) avaliadas em diferentes composições de substrato.....	20
Tabela 6: Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea e raiz, massa seca da parte aérea e raiz e Índice de Qualidade de Dickson do AEC 2034 ((<i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>) x <i>E. urophylla</i>) avaliadas diferentes composições de substrato.....	21
Tabela 7: Massa fresca de parte aérea (MFPA) de mudas do Híbrido AEC2034 ((<i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>) x <i>E. urophylla</i>) avaliadas em diferentes composições de substrato.....	21
Tabela 8: Massa seca de parte aérea (MSPA) de mudas do Híbrido AEC2034 ((<i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>) x <i>E. urophylla</i>) avaliadas em diferentes composições de substrato.....	22
Tabela 9: Massa fresca radicular (MFR) de mudas do Híbrido AEC2034 ((<i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>) x <i>E. urophylla</i>) avaliadas em diferentes composições de substrato.....	22
Tabela 10: Massa seca de raiz (MSR) de mudas do Híbrido AEC2034 ((<i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>) x <i>E. urophylla</i>) avaliadas em diferentes composições de substrato.....	23
Tabela 11: Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas do Híbrido AEC2034 ((<i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>) x <i>E. urophylla</i>) avaliadas em diferentes composições de substrato.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. EUCALIPTO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÕES	11
2.2. CARVÃO VEGETAL E ALCATRÃO	12
2.3. COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS	13
3. METODOLOGIA	14
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA.....	14
3.2. OBTENÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO	15
3.3. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	15
3.4. IRRIGAÇÃO.....	17
3.5. ANÁLISE MORFOLÓGICA	17
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

Os plantios florestais no Brasil abrangem 7,83 milhões de hectares, sendo 5,7 milhões de hectares desse total correspondente a plantios de espécies do gênero *Eucalyptus*. O Brasil lidera a produção de carvão vegetal mundial, com consumo de 4,6 milhões toneladas em 2018, evidenciando a importância desse gênero para diversos segmentos da indústria nacional, (IBÁ, 2019). O eucalipto é uma das melhores opções para a produção de carvão vegetal, devido à rusticidade, produtividade e às características da madeira. Os reflorestamentos de eucalipto, planejados e manejados adequadamente, produzem árvores de troncos retos, uniformes e madeira com massa específica adequada para a obtenção de carvão de boa qualidade (PINHEIRO et al., 2006).

Para Santos e Couto (2018), o subproduto obtido em maior quantidade na produção de carvão é o alcatrão vegetal, esse subproduto é um problema para empresas da área, pois pode causar impactos ambientais, por sua difícil degradação no ambiente podendo contaminar solo e água próximos às áreas de produção. Segundo 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, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada. Os atributos físicos e químicos são fundamentais para a qualidade do substrato e a adequação é possível com a mistura de resíduos orgânicos, porém o crescimento e a qualidade das mudas nos viveiros florestais podem variar em função das espécies florestais (CUNHA-QUEDA et al., 2010; GONÇALVES et al., 2014).

O alcatrão vegetal gerado a partir da carbonização da madeira na Aperam Bioenergia é tido como um entrave ambiental, considerado poluente e de difícil destinação e degradação. O subproduto geralmente é utilizado no processo de reboco dos fornos da empresa, todavia, a quantidade gerada é superior à demanda para esse fim, sendo assim, seu aproveitamento como adubo orgânico na produção florestal pode ser muito viável devido à redução de custos na aquisição de fertilizantes e minimização dos impactos ambientais causados por seu descarte incorreto.

Não existem dados quantificando a produção exata de alcatrão vegetal no país, mas estima-se um valor elevado, pois a produção de alcatrão está relacionada a produção do carvão vegetal. Torna-se necessário estudar meios para seu tratamento e remediação visando diminuir seu impacto no ambiente (contaminação do solo e água) sendo escolhido o método da compostagem para realizar tal experimento. Existe uma gama de materiais que podem ser

usados em uma compostagem, como: restos de culturas, palhas, resíduos agroindustriais e dejetos de animais, porém sua escolha é definida de acordo com a composição do material que se deseja tratar e a partir disso seleciona os demais para serem associados durante o processo de compostagem levando em conta a proporção em ambos principalmente a relação C/N (carbono/ nitrogênio) (OLIVEIRA et al., 2008),

O objetivo deste projeto é avaliar o desenvolvimento de mudas do clone híbrido AEC2034 (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) utilizando composto orgânico produzido com o alcatrão vegetal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. EUCALIPTO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÕES

O gênero *Eucalyptus*, oriundo da Austrália, pertencente à família Myrtaceae, tem mais de 700 espécies catalogadas e são plantas do tipo arbóreas de grande porte (ANDRADE, 1928). Esse gênero possui características que a tornam importante, como o rápido crescimento, adaptabilidade a várias regiões em torno do globo terrestre e o uso diversificado de sua madeira, sendo amplamente utilizada na produção de celulose e papel, carvão, lenha, mourões, postes; no setor de construção civil, chapas e laminados, entre outros usos (ANDRADE, 1961).

As florestas plantadas de eucalipto abastecem considerável fração do mercado nacional de produtos florestais, incluindo produtos sólidos da madeira, carvão vegetal, papel e celulose. No Brasil, os plantios de eucalipto estão localizados em sua maioria nos estados de Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (16%).

O Brasil ocupa o oitavo lugar no ranking mundial dos produtores de papel, com 10,4 milhões de toneladas e se consolidando o segundo maior produtor mundial de celulose, atrás apenas dos Estados Unidos da América (EUA). O volume de celulose exportado atingiu 14,7 milhões de toneladas, representando um incremento de 11,5% em relação a 2017. O segmento de painéis de madeira permanece em oitavo lugar no ranking mundial dos maiores produtores. A produção brasileira de painéis de madeira reconstituída foi de 8,2 milhões de metros cúbicos em 2018, um aumento de 2,8% em relação a 2017 (IBÁ, 2019).

Para Vidal & Hora, (2011), os péletes de madeira de eucalipto são considerados como combustível sólido de resíduos de madeira prensada. A peletização diminui a umidade da madeira e aumenta sua densidade, ampliando as possibilidades de comércio internacional, sendo essa biomassa sólida para fins energéticos vastamente negociada pelo mundo. Sua alta

densidade permite armazenamento compacto e transporte mais econômico a longas distâncias, além de ser um combustível limpo e eficiente, permitindo combustão sem muita produção de fumaça e liberando menos dióxido de carbono do que qualquer outro combustível fóssil, e ainda com menor liberação de monóxido de carbono que outros combustíveis.

Ao analisar o uso do eucalipto para produção de energia, a madeira sempre foi uma fonte de energia barata e de fácil acesso, sendo utilizada desde o início da humanidade para aquecimento e cocção de alimentos (LIMA, 1993). Ao longo dos tempos, a madeira também passou a ser utilizada como combustível, em processos para a geração de energia térmica, mecânica e elétrica (BRITO, 2007).

As florestas plantadas para fins energéticos se apresentam muito viáveis, e por ser uma fonte renovável, a lenha originária das florestas energéticas possui a capacidade de contribuir para o crescimento sustentável dos setores industriais consumidores de biomassa florestal. Em 2018, o Brasil liderou a produção de carvão vegetal, responsável por 11% de todo o carvão vegetal produzido no mundo. Sendo um dos mais importantes insumos da indústria siderúrgica, o carvão vegetal registrou consumo de 4,6 milhões de toneladas no Brasil, um aumento de 2,5% em relação a 2017, principalmente em função do aumento da atividade do setor onde 91% do carvão produzido oriundo de madeira de arvores plantadas (IBÁ, 2019).

O setor de painéis de madeira, papel, celulose, madeira serrada e carvão vegetal, cresceu 13,1%, alcançando uma receita total de R\$ 86,6 bilhões, contribuindo com o leve crescimento do PIB nacional em 2018 (IBÁ, 2019). Para Januzzi, (2003), a biomassa florestal, oriunda do eucalipto se apresenta como a fonte energética mais segura, perene e renovável de energia para os países como Brasil.

2.2. CARVÃO VEGETAL E ALCATRÃO

O Brasil é o maior produtor de carvão vegetal em larga escala para ser utilizado na indústria, destacando-se, então, como maior produtor e consumidor de carvão vegetal (Fonte??). Ressalte-se que o consumo do carvão vegetal está basicamente concentrado no mercado interno. Os principais destinos são os setores de ferro-gusa e aço, que consomem grande parte do carvão vegetal produzido (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA-EPE, 2018).

A carbonização vegetal consiste na combustão parcial da madeira, onde é submetida a altas temperaturas sendo realizada em fornos onde a entrada de oxigênio é controlada para que não ocorra a combustão total da madeira, tendo como principal finalidade o aumento do teor de

carbono na madeira, perdas seletivas de hidrogênio e oxigênio, ocorrendo diversos processos físicos e químicos (BENITES et al., 2010).

Durante carbonização da madeira, além do carvão que é o produto principal do ponto de vista econômico, ocorre também a produção de vários outros subprodutos, dentre eles o alcatrão vegetal, que é uma das fases do líquido pirolenhoso que se divide em ácido pirolenhoso e o próprio alcatrão (PASA,1994), composição essa que é caracterizada por diversas substâncias de diferentes composições, como fenóis, ácidos e ciclopentenonas (ALVES, 2003).

Uma característica marcante na composição do alcatrão é devido a sua divisão em duas fases a solúvel e insolúvel, o alcatrão solúvel como uma parte do alcatrão com baixa massa molar, sendo solubilizada pelo ácido acético (ALVES, 2003). Masuda, (1983) relata que o alcatrão insolúvel apresenta características físicas mais marcantes, devido apresentar uma cor negra, oleoso, com um odor forte e característico, sendo sua composição química muito variável e pode conter até 50% de diferentes fenólicos, sendo alguns fenóis, cresóis, guaiacóis esiringóis (ALVES, 2003). O alcatrão é proveniente da condensação dos gases oriundos do interior dos fornos, sendo produzido de forma fracionada de acordo com a elevação da temperatura no processo de carbonização. O resíduo da destilação fracionada do alcatrão, também denominado piche de alcatrão, apresenta características estruturais parecidas com as encontradas em substâncias húmicas extraídas de solos ricos em carbono pirogênico (ALVES, 2003; BENITES et al., 2010).

Para Santos et al. (2012), a produção de carvão vegetal evoluiu muito, deixando para traz o estereótipo de produção desorganizada e geradora de impactos ao meio ambiente. Essa evolução se deve a um modelo de produção onde a produção que deixou de ser visto apenas como exploratório, pois os plantios se bem manejadas do ponto de vista econômico e ecológico se tornam uma forma de sequestrar o carbono produzido durante o ciclo de produção do aço verde (ROCHA, 2011). No entanto, ainda se tem pontos relevantes a serem abordados na produção do carvão, um ponto em questão é o alcatrão vegetal que advém da condensação dos gases da carbonização da madeira e tem uma rica composição, é pouco estudado no que diz respeito às suas utilizações e descarte adequado (BENITES et al.,2010).

2.3. COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS

O processo de degradação de um resíduo orgânico é realizado de várias formas, uma delas é a realização da compostagem, utilizando com relações C/N variadas, pois quanto menor é a relação C/N mais rapidamente será degradado o resíduo, levando em conta a presença de

uma vida microbiana ativamente efetiva no composto (OLIVEIRA et al., 2008). Sendo a faixa ideal para que tenha uma compostagem melhor uma C/N de 25 a 35 (OLIVEIRA et al., 2008), assim fica a importância da realização da caracterização dos resíduos (quais resíduos?), para a montagem da compostagem.

Ao realizar diversas atividades tanto no meio agropecuário e agrícola como também industrial, ocorre à produção de um imenso volume de resíduos, como resto de culturas, dejetos de animais, resíduos industriais, como outros diversos resíduos que podem vir a ser produzidos, sendo alguns degradados facilmente e outros que tem uma degradação mais lenta. Com a realização da compostagem podemos realizar a manipulação dos resíduos de forma adequada para dar uma finalidade ideal, pois de forma inadequada sua manipulação pode provocar sérios problemas de poluição, como contaminação do solo e dos cursos d'água (FUNASA, 2004).

No processo de compostagem ocorre a transformação dos resíduos utilizados em adubo, sendo de origem orgânica ou industrial, realizada com a ação combinada da macro e mesofauna caracterizada por minhocas, formigas, cupins, besouros e ácaros, e os diferentes micro-organismos como bactérias, actinomicetos, leveduras e fungos presentes no solo que são os principais responsáveis pela degradação dos resíduos em todas as fases da compostagem (mesofílica, termofílica e de maturação. OLIVEIRA et al., 2008).

Os procedimentos de tratamento dos resíduos orgânicos e industriais originários de vários processos ocorrem de forma aeróbica controlada e é realizada por diversos micro-organismos, tendo fases específicas. Na primeira ocorrem diversas reações bioquímicas com maior intensidade (fase mesofílica), na segunda fase (termofílica), caracterizada pela atuação de fungos e bactérias denominados termofílicos e a terceira fase (maturação ou humificação) que é o processo onde se dá o produto final da compostagem (OLIVEIRA et al., 2008).

3. METODOLOGIA

3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA

O trabalho foi conduzido no setor Viveiro de mudas florestais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus São João Evangelista (IFMG – SJE), município de São João Evangelista - MG apresenta Latitude: 18° 32' 46" Sul, Longitude: 42° 45' 35" Oeste (IBGE, 2018).

Segundo Köppen, a região apresenta características climáticas distintas, específicas para região de clima tropical, sendo o inverno seco e o verão chuvoso, tendo uma temperatura

média mínima de 21°C e sua média máxima de 27°C por ano, a altitude média é de 692 m, com uma precipitação anual de certa de 1180 mm (SILVA, 2013). A região é abastecida pela bacia do Rio São Nicolau, que constitui a sub-bacia do Suaçuí Grande, compondo a bacia hidrográfica do Rio Doce região Centro Nordeste do Estado de Minas Gerais.

3.2. OBTENÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO

Foi utilizado como resíduo a ser degradado o Alcatrão Vegetal proveniente da carbonização da madeira de *Eucalyptus*, sendo coletado dia 11 de maio de 2019 da empresa Aperam Bioenergia que realiza a produção do carvão vegetal. A coleta do alcatrão vegetal foi realizada utilizando um condensador de gases da carbonização (ANDRADE et al., 1999) tomadas algumas precauções para a realização dessa atividade devido ao risco de contaminação do solo no local de coleta. O resíduo coletado foi armazenado em tambores devidamente lacrados para serem transportados adequadamente para o IFMG. A coleta dos resíduos orgânicos no campus (esterco bovino, cama de aviário, esterco suíno, esterco caprino, podas de jardinagens) para a montagem da compostagem foi realizada em um período de duas semanas.

Foram montadas quatro pilhas de composto, sendo cada uma com fontes de esterco diferentes (caprino, suíno, ave e bovino). As pilhas foram molhadas de acordo com a necessidade e sua temperatura foi monitorada com uma barra de ferro. Foi realizado o monitoramento diário no processo de degradação dos resíduos. Foi observada a umidade e temperatura no interior da pilha de compostagem, verificando se a mesma estava adequada para favorecer a proliferação dos microrganismos responsáveis pela decomposição dos resíduos. A pilha de compostagem foi revirada três vezes por semana para melhor incorporação dos resíduos acompanhando de irrigação durante o processo de revolvimento.

Após a estabilização da temperatura (120 dias), o processo de compostagem foi encerrado pois houve a paralização da atividade microbiana quando apresentou cor escura e temperatura próxima a temperatura ambiente. Para a instalação do experimento, unificaram-se as pilhas de caprino com ave e suíno com bovino. Essa ação foi necessária para obter quantidade suficiente de composto para o experimento.

3.3. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido entre 15 de setembro a 15 de dezembro de 2019, com a utilização de mudas do clone AEC 2034 após 30 dias do plantio, foram adquiridas no viveiro

de mudas florestais Raízes da Terra, em Capelinha-MG. Foi instalado em delineamento de blocos casualizado, em arranjo fatorial 2 x 5, sendo o fator 1, 2 formulações de composto (mistura de esterco bovino/suíno e esterco ave/caprino) e o fator 2, 5 doses do composto em mistura com substrato comercial (100 % substrato comercial; 75 % substrato comercial + 25 % composto de alcatrão; 50 % substrato comercial + 50 % composto de alcatrão; 25 % substrato comercial + 75 % composto de alcatrão; 100 % composto de alcatrão), com 20 repetições cada, sendo cada repetição composta por 5 plantas de acordo com a Figura 1.

Figura 1- Experimento em viveiro.



Fonte: O autor

Os recipientes utilizados na montagem do experimento foram tubetes de 50 cm³ com seis estrias. Foram desinfestados em hipoclorito de sódio a 2%, durante 5 minutos. Em seguida, lavados com água e secos ao ar. Posteriormente os tubetes foram preenchidos manualmente com as respectivas misturas de substrato comercial Mecplant® e de composto de alcatrão oriundos das diferentes pilhas de compostagem.

Foram utilizadas duas fontes de composto obtidas pela compostagem do alcatrão vegetal misturado com outros resíduos, essas fontes foram distribuídas em 5 concentrações diferentes como pode ser visto nas tabelas 1 e 2 a seguir.

Tabela 1: Composição dos substratos utilizados no presente trabalho.

Fontes	Composição
Fonte 1	100 dm ³ de esterco bovino; 100 dm ³ de esterco suíno; 100 dm ³ de poda de grama-batatais; 40 litros de alcatrão vegetal.
Fonte 2	100 dm ³ de esterco de ave; 100 dm ³ de esterco caprino; 100 dm ³ de poda de grama-batatais; 40 litros de alcatrão vegetal.

Fonte: O autor.

Tabela 2: Composição das doses de composto utilizadas no experimento.

Doses	Concentrações	
	Substrato comercial	Composto
Dose 1	100 % - (24 litros)	0 %
Dose 2	75 % - (18 litros)	25 % (6 litros)
Dose 3	50 % - (12 litros)	50 % - (12 litros)
Dose 4	25 % - (6 litros)	75 % - (18 litros)
Dose 5	0 %	100 % - (24 litros)

Fonte: O autor.

Todos os tratamentos receberam adubação base (Quadro 1), efetuadas de acordo com SILVA; STEIN (2008). A adubação de base foi realizada adicionando os adubos ao substrato antes do enchimento dos tubetes.

Quadro 1: Adubação de base.

Tipos de adubação	Adubos	Dosagem (g.m ⁻³)
Base	Sulfato de amônio	750
	Superfosfato simples	1667
	Cloreto de potássio	172

Fonte: Silva; Stein (2008).

3.4. IRRIGAÇÃO

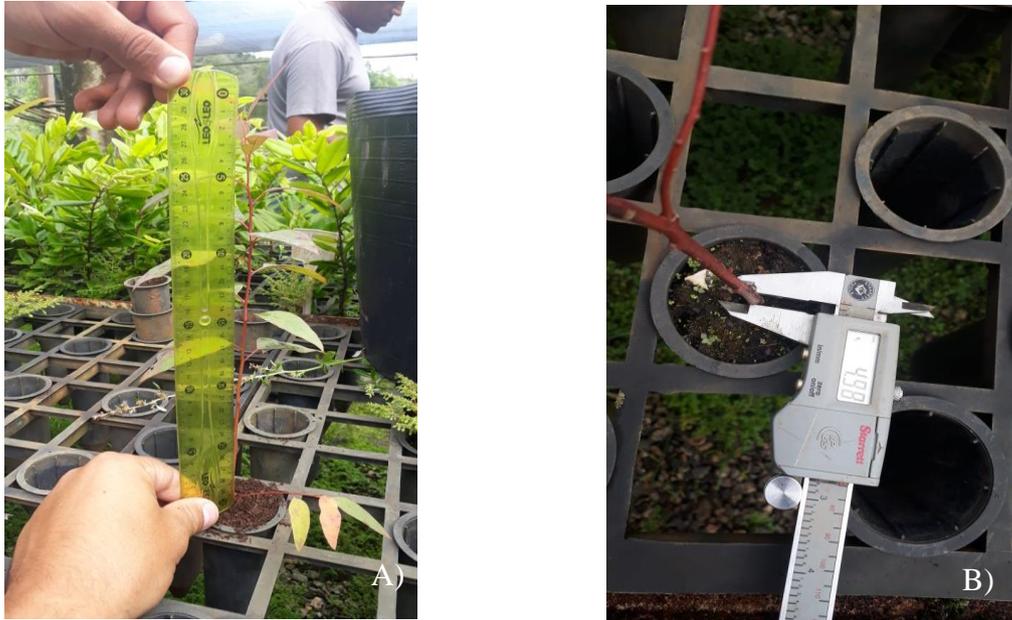
A irrigação do experimento foi realizada com sistema de aspersores ligados em horários programados (6:45 h, 09:30 h, 12:30 h, 15:30 h). Em casos específicos devido às condições ambientais de elevada temperatura e radiação solar, as plantas foram irrigadas com o regador em outros horários entre os quatro estipulados anteriormente. Esse fornecimento extra de irrigação foi devido ao tamanho reduzido do recipiente, que retêm pouca umidade. Cada irrigação teve tempo médio de 20 minutos.

3.5. ANÁLISE MORFOLÓGICA

A altura das mudas foi avaliada a partir do nível do substrato até a gema apical usando régua graduada em milímetros (Figura 2a), aos 60, 90, 120 dias após o plantio. O diâmetro do colo foi determinado ao nível do substrato (Figura 2b), através de um paquímetro de precisão

de 0,05 mm no mesmo período de tempo. Após 120 dias foram realizadas avaliações da massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Figura 2- Medição de altura das mudas (A) e do diâmetro das mudas (B) de mudas do clone AEC 2034.



Fonte: O autor

As raízes foram separadas da parte aérea e lavadas em água corrente, usando-se peneira em malha de 2 mm (9 mesh) para evitar perdas significativas de raízes.

Em seguida, a parte aérea e o sistema radicular de cada planta foram acondicionados separadamente em sacos de papel, identificados e colocados em estufa de circulação de ar forçada a 65° C até atingir peso constante (Figura 3a), e determinado, assim a massa seca da parte aérea e do sistema radicular (Figura 3b).

Figura 3 - Parte aérea em processo de secagem (A) e pesagem da massa seca (B) das mudas do clone AEC 2034.



Fonte: O autor.

Com base nos dados obtidos, foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD) segundo DICKSON; LEAF; HOSNER (1960) apud GOMES et al. (2002). O IQD será determinado em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do colo (DC), a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca da raiz (MSR).

$$IQD = \frac{MST}{\left[\left(\frac{H}{DC} \right) + \left(\frac{MSPA}{MSR} \right) \right]}$$

Sendo:

- MST: massa seca total;
- H: altura da parte aérea;
- DC: diâmetro de colo da muda;
- MSPA: massa seca da parte aérea;
- MSR: massa seca da raiz.

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados que não apresentaram normalidade e homogeneidade de variâncias foram transformados segundo BANZATTO & KRONKA (2006). Posteriormente, foi realizada a análise de variância, e as médias, quando significativas, foram comparadas segundo o Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa computacional Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo ($p > 0,05$) das fontes e tratamentos dos substratos utilizados na altura das plantas e o coeficiente de variação experimental encontrado. Analisando-se as variáveis altura e diâmetro, o CV variou entre 4,25 e 4,81, respectivamente (Tabela 3), sendo considerado por Martins, (2002) como um coeficiente de baixa dispersão (inferior a 15%). Foi observado efeito da interação fonte e tratamento ($p > 0,05$).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para diâmetro e altura das plantas do Híbrido AEC2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) avaliadas em diferentes composições de substrato.

Fonte de variação	GL	QM	
		Diâmetro	Altura
Bloco	3	0,0854 ^{ns}	2,1904 ^{ns}
Fonte	1	0,0896 ^{ns}	283,6380*
Tratamento	4	0,0436 ^{ns}	14,3635*
Período	2	6,8713*	1083,5173*
Fonte x Tratamento	4	0,1311*	34,0603*
Fonte x Período	2	0,1043*	172,6099*
Tratamento x Período	8	0,3019*	28,9153*
Fonte x Tratamento x Período	8	0,1079*	6,1026*
Erro	87	0,0254	1,6068
Total	119		
CV (%)		4,81	4,25

ns: não significativo pelo teste F a 5 %; *: significativo a 5 % pelo teste F.

O maior valor de diâmetro foi observado no tratamento 2 para a composição de composto a base de esterco ave/caprino, não diferindo dos demais tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4: Diâmetro do coleto (DC) de mudas do Híbrido AEC2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) avaliadas em diferentes composições de substrato.

Tratamento	Fontes	
	Bovino/Suíno (1)	Ave/Caprino (2)
0 % (1)	3,145 Bb	3,399 Aa
25 % (2)	3,352 Aa	3,417 Aa
50 % (3)	3,329 Aa	3,319 Aa
75 % (4)	3,402 Aa	3,256 Ab
100 % (5)	3,239 ABa	3,349 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A maior altura de plantas foi observada no tratamento 2 para a fonte ave/caprino (Tabela 5). Para os valores médios de altura, independentemente de os tratamentos não terem diferenças significativas em seus resultados, apresentou altura satisfatória com média acima de 20 cm, que

é o valor mínimo utilizado como referência de qualidade para mudas recomendado por Carneiro, (1995). Quanto ao diâmetro todos os tratamentos são considerados viáveis de acordo com Sturion et al. (2000) que considera o valor mínimo de 2,5 mm de diâmetro para as mudas eucalipto consideradas ideais.

Tabela 5: Altura de mudas do Híbrido AEC2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) avaliadas em diferentes composições de substrato, aos 120 dias.

Tratamento	Fontes	
	Bovino/Suíno (1)	Ave/Caprino (2)
0 % (1)	27,291 Bb	31,689 Ba
25 % (2)	28,338 ABb	34,018 Aa
50 % (3)	27,233 Bb	31,313 Ba
75 % (4)	29,493 Aa	29,396 Ca
100 % (5)	29,115 Ab	30,429 BCa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A resposta do híbrido quanto à altura das mudas encontradas nesse experimento, diferem das obtidas em plantas de *Eucalyptus grandis* analisadas por Vogel et al., 2001, que analisando a influência de diferentes tipos de compostos no crescimento de mudas, obtiveram melhores resultados no substrato com maior concentração de esterco bovino (13,4 cm.), no entanto os valores foram bem inferiores aos encontrados nesse experimento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al., (2006) que ao analisar substratos com diversas fontes orgânicas, constatou que o esterco de aves se mostra uma boa fonte de energia para as plantas oferecendo condições físicas e químicas mais adequadas para o desenvolvimento das mudas, principalmente quando combinada com outros materiais orgânicos. Trazzi et al. (2013), analisando substratos orgânicos na produção de mudas de *Tectona grandis* constatou que os melhores resultados foram encontrados nos tratamentos que continham maior concentração de esterco de ave, onde as mudas apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro. Tente justificar por que

Foi observado efeito significativo ($p > 0,05$) das fontes de substratos para os parâmetros MSPA e MSR; de tratamentos para MFPA, MSPA, MFR, MSR e IQD; interação entre fonte e tratamentos para MSPA e MSR (Tabela 6). O coeficiente de variação entre as variáveis analisadas ficou entre 11,40% e 29,79%, sendo considerado por Martins (2002) como um coeficiente de variação de baixa a média dispersão, abaixo de 30% (Tabela 6).

Tabela 6: Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea e raiz, massa seca da parte aérea e raiz e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) do Híbrido AEC 2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) avaliadas em diferentes composições de substrato, aos 120 dias.

Fonte de variação	GL	QM				
		MFPA	MSPA	MFR	MSR	IQD
Bloco	3	4,3807	0,0596	1,7106	0,0053	0,00042
Fonte	1	2,1811 ^{ns}	2,1864*	7,4619 ^{ns}	2,7741*	0,0144*
Tratamento	4	13,5975*	1,0193*	10,6691*	0,2298*	0,0062*
Fonte x Tratamento	4	3,7343 ^{ns}	1,7579*	2,6099 ^{ns}	0,4661*	0,0289*
Erro	27	1,9991	0,0888*	2,1848	0,0447	0,0013
Total	39					
CV (%)		19,33	11,83	29,79	15,61	11,40

ns: não significativo pelo teste F a 5 %; *: significativo a 5 % pelo teste F.

Para a massa fresca de parte aérea, para ambas as fontes foram observados melhores resultados nos tratamentos que receberam o composto de alcatrão vegetal. No entanto, o melhor resultado foi observado para o tratamento 4 na fonte bovino/suíno com 9,26 g e o menor resultado no tratamento 1 da fonte ave/caprino com 4,609 g (Tabela 7). Resultados diferente foram encontrados por Ramos et al. (2009), que analisando o crescimento de *Dipteryx alata*, com a utilização de esterco bovino obteve os melhores resultados de massa fresca no tratamento sem utilização de esterco.

Tabela 7: Massa fresca de parte aérea (MFPA) de mudas do Híbrido AEC2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) avaliadas em diferentes composições de substrato, aos 120 dias.

Tratamento	Fontes	
	Bovino/Suíno (1)	Ave/Caprino (2)
0 % (1)	5,962 Ba	4,609 Ba
25 % (2)	8,106 ABa	6,084 Aba
50 % (3)	7,067 ABa	7,894 Aa
75 % (4)	9,267 Aa	8,39 Aa
100 % (5)	7,331 ABa	8,421 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a massa seca da parte aérea os melhores resultados foram observados no tratamento 3 para as fontes bovino/suíno (2,61 g) e no tratamento 2 para a fonte ave/suíno (3,38 g) (Tabela 8). Valores similares para massa seca da parte aérea (entre 0,99 a 3,86 g) foram encontrados por Trazzi et al. (2013), que analisou substratos para produção de *Tectona grandis*, com os melhores resultados observados no tratamento com substrato de esterco de ave (3,86 g). Lucena et al. (2007), analisando experimento com diferentes substratos com esterco, bovino, de ave e de minhoca para *Cassia siamea* e *Enterolobium maximum*, constataram que não houve

diferença significativa entre a massa seca da parte aérea nos tratamentos com esterco de galinha e esterco bovino para ambas as espécies.

Tabela 8: Massa seca de parte aérea (MSPA) de mudas do Híbrido AEC2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) avaliadas em diferentes composições de substrato, aos 120 dias.

Tratamento	Fontes	
	Bovino/Suíno (1)	Ave/Caprino (2)
0 % (1)	2,491 Aa	1,588 Cb
25 % (2)	2,606 Ab	3,382 Aa
50 % (3)	2,616 Aa	2,576 Ba
75 % (4)	2,09 ABb	3,18 ABa
100 % (5)	1,625 Bb	3,040 ABa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento 4 da fonte bovino/suíno apresentou valores superiores de MFR com 7,65 g, não diferindo dos tratamentos 2 e 5 e o tratamento 1 da fonte ave/suíno menor valor com 2,89 g, diferindo dos demais (Tabela 9). Divergindo desse resultado, Vieira e Frassetto (2015), analisando a influência de diferentes substratos no crescimento de mudas de *Tabebuia aurea* notaram que o substrato com esterco de frango foi o que apresentou melhor resultado apesar de não diferir estatisticamente dos demais substratos (Terra/Serragem, Terra/Palha de Arroz, Terra/Substrato Bioflora e Terra Pura).

Tabela 9: Massa fresca radicular (MFR) de mudas do Híbrido AEC2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) avaliadas em diferentes composições de substrato.

Tratamento	Fontes	
	Bovino/Suíno (1)	Ave/Caprino (2)
0 % (1)	4,283 Ba	2,89 Ba
25 % (2)	4,996 Aba	4,256 ABa
50 % (3)	4,518 Ba	4,141 ABa
75 % (4)	7,653 Aa	5,218 ABb
100 % (5)	5,521 Aba	6,147 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Vieira et al. (2009) encontrou resultados semelhantes, avaliando o crescimento de mudas de Crindiúva (*Trema micrantha* L. Blume) em diferentes composições de substratos orgânicos, verificaram que os substratos que continham esterco bovino foram os melhores para produção de mudas da espécie para a maioria das características testadas.

Os valores de MSR, demonstram que os melhores resultados foram encontrados no tratamento 1 para a fonte bovino/suíno (1,38 g) e no tratamento 5 a fonte ave/suíno (1,95 g) (Tabela 10).

Tabela 10: Massa seca de raiz (MSR) de mudas do Híbrido AEC2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) avaliadas em diferentes composições de substrato.

Tratamento	Fontes	
	Bovino/Suíno (1)	Ave/Caprino (2)
0 % (1)	1,385 Ab	1,789 Aa
25 % (2)	1,077 ABb	1,708 Aa
50 % (3)	1,263 ABa	1,045 Ba
75 % (4)	0,863 Bb	1,595 Aa
100 % (5)	0,872 Bb	1,956 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Trabalhando com doses de esterco bovino, Prestes (2007), encontrou resultados diferentes ao constatar que doses crescentes até 50% de esterco bovino promoveram crescimento radicular, e a partir desta dosagem, houve um decréscimo na produção em massa radicular para as mudas de *Anadenanthera macrocarpa*. Já Oliveira et al. (2004), ao analisarem o crescimento do *Eucalyptus urophylla*, *Schinus terebinthifolius*, *Acacia holocericeae* e *Toona ciliata* constataram que não houve diferenças significativas no crescimento radicular das mudas produzidas nos substratos com esterco bovino e esterco de galinha.

Os valores encontrados para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, no entanto apresentaram valores superiores ao valor mínimo de 0,20 recomendado para que a variável seja um bom indicador de qualidade de mudas de eucalipto segundo Alfenas et al., (2004). Os tratamentos analisados mostraram-se superiores, variando entre 0,21 e 0,40, mostrando que as mudas produzidas nos diferentes tratamentos apresentaram qualidade para o plantio (Tabela 11).

Tabela 11: Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas do Híbrido AEC2034 ((*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) avaliadas em diferentes composições de substrato.

Tratamento	Fontes	
	Bovino/Suíno (1)	Ave/Caprino (2)
0 % (1)	0,367 Aa	0,280 Bb
25 % (2)	0,338 Ab	0,406 Aa
50 % (3)	0,355 Aa	0,271 Bb
75 % (4)	0,254 Bb	0,360 Aa
100 % (5)	0,211 Bb	0,396 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os melhores resultados para o IQD foram encontrados no tratamento 2, fonte ave/caprino (0,406), não diferindo dos tratamentos 4 e 5, demonstrando que a utilização de maiores concentrações do composto de alcatrão para produção de mudas de Híbrido AEC2034 (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) não interferem em seu desenvolvimento. De acordo com os resultados encontrados por outros autores utilizando diferentes espécies, o IQD ideal depende da espécie em uso, Oliveira et al. (2011) ao estudar as características morfofisiológicas de mudas *E. urophylla* produzidas em diferentes substratos encontrou valores bem inferiores ao deste experimento, variando de 0,06 e 0,11 e Eloy et al. (2013), avaliando mudas de *E. grandis*, encontrou um IQD com valores semelhantes variando entre 0,30 e 0,56.

FONSECA *et al.*, (2002) afirmou que o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) se mostra como um dos indicadores mais eficientes para análise de qualidade de mudas, pois leva em consideração vários indicadores morfológicos (altura, diâmetro, massa seca total, massa seca de raiz e massa seca de parte aérea), no qual são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando os resultados de vários atributos importantes empregados na avaliação da qualidade das mesmas. A análise desse conjunto de parâmetros minimiza a possibilidade de escolher erroneamente uma muda em função de uma análise isolada.

5. CONCLUSÕES

O T5 com 100% de composto orgânico, oriundo da fonte 2, composta por esterco de ave e caprino promoveu os melhores resultados para maioria das características analisadas e mostraram-se mais eficientes.

O composto de alcatrão vegetal pode ser utilizado em substituição ao substrato comercial, contribuindo para o desenvolvimento de mudas de eucalipto.

A compostagem é uma alternativa para o tratamento do alcatrão vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, AZARIAS MACHADO DE et al. **Adaptação de um forno para o aproveitamento dos subprodutos da carbonização.** 1999.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de **Clonagem e doenças do eucalipto.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 500 p.
- ALVES, C. R. **Utilização de frações de alcatrão vegetal na síntese de resinas fenólicas para substituição parcial de fenol e formaldeído.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR 2003
- ANDRADE, E. N. **A Cultura do *Eucalyptus*.** Typographia Brazil de Rothschild & Comp, 1909. 154 p.
- ANDRADE, E. N. **O Eucalipto e Suas Aplicações.** São Paulo: Typ. Brasil de Rothschild & Cia, 1928, 143p.
- ANDRADE, E. N. **O Eucalipto.** Cia Paulista de Estradas de Ferro, Jundiaí, São Paulo, 1961. 667p.
- BANZATO, D.A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola.** 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.
- BENITES, M.V et al. **Utilização de Carvão e Subprodutos da Carbonização Vegetal na Agricultura: Aprendendo com as Terras Pretas de Índio;** In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. (Ed.). *As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.* Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 285-296
- BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel. **Dados do setor,** outubro – 2013, 2013. 5p Associação Brasileira de Agroecologia, 2009. v. 4. p. 597-600.
- BRITO J.O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados,** Piracicaba, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; OLIVEIRA, L.S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Floresta,** Curitiba, v. 28, n. 1-2, p. 19-30, 2000.
- CARNEIRO, J. G. de A. 1995. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** UFPR/FUPEF Curitiba, 451p.
- CARVALHO, A. J. E. **Uso de composto de resíduos da indústria têxtil na cultura da alface.** 2012. 48p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.
- CRESTANA, M. de S. M. 2004. **Produção de mudas de essências nativas arbóreas florestais.** In: Crestana, M. de S. M. (Coord.). 2. ed. Campinas: CATI, p. 25 35.

CUNHA-QUEDA, C.; MORAIS, M. C.; RIBEIRO, H. M.; ALMEIDA, M. H. Caracterização de compostos e de materiais orgânicos para a formulação de substratos para viveiros. **Revista de Ciências Agrárias** 2010; 33(1): 367-375.

ECKHARDT, D. P.; ANTONIOLLI, Z. I.; SANTANA, N. A.; FERREIRA, P. A. A.; SANTOS, W. B.; WESZ, F. Eucalipto *urograndis* produzido em substratos à base de esterco bovino. XXXIV Congresso Brasileiro do solo, **Anais**. Florianópolis, Santa Catarina. 2013

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 DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional 2018**: Ano Base 2017. Rio de Janeiro, 2018. 266 p.

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

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FUNASA. **Manual de Saneamento: Orientações Técnicas**. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde, 2004.

GLASER, B.; LEHMANN, J.; ZECH, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soil in the tropics with charcoal – a review. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 35, n. 4, p. 219-230.

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

GONÇALVES, E. O.; PETRI, G. M.; CALDEIRA, M. V. W.; DALMASO, T. T.; SILVA, A. G. Crescimento de mudas de *Ateleia glazioviana* em substratos contendo diferentes materiais orgânicos. **Revista Floresta e Ambiente** 2014. Disponível em << <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.029213>>> Acesso em 22 de Dez de 2019.

INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. (IBÀ) **Relatório 2019**. Disponível em: << <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>> Acesso em 23 de Dez de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), **Geociência**. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=316280&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas> > Acesso em 23 de Jan de 2020.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. de L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L. S.; BELTRÃO, E. de M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência Agrotécnica**, v.30, n.3, p.474-479, 2006. Disponível em: << <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000300013>>> Acesso em: 13 de fevereiro de 2020.

- LIMA, W. P. **Impacto ambiental do Eucalipto**. São Paulo: Ed USP, 1993. 302 p.
- LORENZI, H. 2002. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 384p.
- LUCENA, A. M. A; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Desenvolvimento de mudas de cássia e tamboril em diferentes composições de substratos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 78-84, 2007.
- MARTINS, G.A. **Estatística geral e aplicada**. São Paulo: Atlas, 2002. 417p.
- MASUDA, H. **Carvão e coque aplicados à metalurgia**. Belo Horizonte: ABM,1983.v1.130 p.
- 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.
- 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, E. C. A. **Compostagem**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz 2008, Piracicaba-SP
- OLIVEIRA, R. B. et al. Desenvolvimento de essências florestais em diferentes substratos. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7. 2004, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento, 2004.
- PASA, V.M. D. **Piche do alcatrão de Eucalyptus: obtenção, caracterização e desenvolvimento de aplicações**. Tese Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), 1994.
- PRESTES, M. T. **Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas do angico (*Anadenanthera macrocarpa*)**. 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- RAMOS, D.T.; SOBRINHO.S.P; SILVEIRA, T.L.S.S; RAMOS, F,T; LUZ,P.B. **Influência do substrato na produção de matéria fresca e seca da parte aérea e da raiz em mudas de Cumbaru**. 2ª Jornada Científica da UNEMAT. Universidade do Estado do Mato Grosso. Barra do Bugre. Mato Grosso, 2009.
- RIZZINI, C. T. 1995. **Botânica econômica brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 248p.
- ROCHA, J. D. **O carvão vegetal no Brasil e a produção de aço verde**. 2011. Disponível em: << <http://www.cnmcut.org.br/conteudo/o-carvao-vegetal-no-brasil-e-a-producao-de-aco-verde>>> Acesso em 08 de Dez de 2019.
- SANTOS, E.P; COUTO, F.A. Isolamento de micro-organismos oriundos do processo de compostagem do alcatrão vegetal. - **VII Seminário de Iniciação Científica IFMG - SABARÁ**.

2018. Disponível em :<<
<https://trabalhossic.ifmg.edu.br/index.php/SIC/2018/paper/view/344>>> Acesso em 12 de Dez de 2019.

SANTOS, S.F.O.M.; HATAKEYAMAB, K. Processo sustentável de produção de carvão vegetal quanto aos aspectos: ambiental, econômico, social e cultural. **Produção**, v. 22, n. 2, p. 309-321, mar. /abr. 2012.

SARZI, I. **Produção de mudas de ipê-amarelo variando a composição do substrato e as doses de adubação de cobertura**. 100 f. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2006

SILVA, N. J.S. **Produtividade de milho e formação de pastagem em função de espaçamento e população de plantas de milho consorciadas com *Brachiaria brizantha***. 2013. 55p. Tese de Doutorado- Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

SILVA, P.H.M.; STEIN L. M. **Produção de Mudanças e Recomendações de Adubação no Viveiro para Pequenos Produtores**. Disponível em:<<
<http://www.ipef.br/silvicultura/producaomudas>>> Acesso em 20 de junho de 2019.

STURION, J. A. et al. **Produção de mudas de espécies de rápido por pequenos produtores**. Colombo: Embrapa florestas, 2000. 21 p. (Circular técnica, 37).

TRAZZI, P.A.; CALDEIRA, M.V. W.; PASSOS, R.R.; GONÇALVES, E.O. 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. UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

VIEIRA, A. R.; PEREIRA, A. J.; GONCALVES, E. O. **Crescimento de mudas de *Trema micrantha* L. Blume em diferentes substratos orgânicos**. In: VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino americano de Agroecologia, 2009, Curitiba. Revista

VIEIRA, A.B.; FRASSETTO. E.G. **Influência de diferentes substratos no crescimento de mudas de *tabebuia aurea***. UNIRV Universidade de Rio Verde. Rio Verde. Goiás. 2015.

VITAL, M. H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 235-278, dez. 2007.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELO, L. R.; OLIVEIRA, L. S.; CALDEIRA, M. V. W. Utilização de vermicomposto no crescimento de mudas de *Hovenia dulcis* Thunberg. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 11, n. 1, p. 21-27, 2001.