

ÁLVARO ROCHA FREITAS D' ÁVILA

**AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Corymbia citriodora* (Hook.)
K.D. Hill & L.A.S. Johnson UTILIZANDO DIFERENTES DOSAGENS DE
BIOCARVÃO DE CASCA DE COCO COMO SUBSTRATO**

SÃO CRISTÓVÃO - SE

ABRIL - 2018

ÁLVARO ROCHA FREITAS D' ÁVILA

AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.
Hill & L.A.S. Johnson UTILIZANDO DIFERENTES DOSAGENS DE BIOCÁRVÃO DE
CASCA DE COCO COMO SUBSTRATO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Departamento de Ciências Florestais - Universidade
Federal de Sergipe, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro Florestal.

SÃO CRISTÓVÃO - SE

ABRIL - 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS APLICADAS - CCAA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS – DCF

AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.
Hill & L.A.S. Johnson UTILIZANDO DIFERENTES DOSAGENS DE BIOCÁRVÃO DE
CASCA DE COCO COMO SUBSTRATO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Departamento de Ciências Florestais - Universidade
Federal de Sergipe, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro Florestal.

APROVADO:

ORIENTADO: Álvaro Rocha Freitas D'Ávila

Prof. Dra. Alessandra Maria Ferreira Reis
(Orientadora)

Prof. Dr. Cantídio Fernando Gouvêa
(Avaliador)

M.Sc. Ana Valéria Santos Nascimento
(Avaliador)

Aos meus pais, Rafael e Agueda e aos meus tios, Eraldo e Ana, por todo suporte e incentivo.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

À Universidade Federal de Sergipe e à toda equipe e corpo docente do Departamento de Ciências Florestais.

À minha orientadora Prof. Dra. Alessandra Maria Ferreira Reis, pela amizade, apoio e orientações para conclusão deste trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora, Prof. Dr. Cantídio Fernando Gouvêa e M.Sc. Ana Valéria Santos Nascimento, por aceitarem o convite e terem contribuído para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas João Vitor, Aijalon, Larissa, João Tanajura, Ilmar, Edna e Fernanda, que contribuíram para o desenvolvimento do experimento em laboratório.

A todos os colegas que conheci no decorrer do curso e fizeram parte de diversos momentos durante esta jornada, especialmente aos amigos João Vitor, João Tanajura e Aijalon.

À minha família por estar sempre presente nos momentos mais difíceis.

A todos que de alguma forma contribuíram para minha formação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
RESUMO	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 A Importância do Eucalipto	12
2.2 Características da espécie <i>Corymbia citriodora</i>	13
2.3 A importância do substrato na produção de mudas florestais.....	14
2.4 O Biocarvão	16
3. METODOLOGIA	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Porcentagem de Germinação (%) de sementes de *Corymbia citriodora*, aos 14 dias após a semeadura nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 T5 relacionados às doses de biocarvão 0, 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, respectivamente.....21
- Figura 2. IVG de sementes de *Corymbia citriodora*, aos 14 dias após a semeadura nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 T5 relacionados às doses de biocarvão 0, 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, respectivamente.....21
- Figura 3. Detalhe das gerbox contendo as plântulas formadas aos 14 dias após a semeadura: (A) visão superior das plântulas do tratamento testemunha e (B) visão superior plântulas do tratamento com 0,05 g de biocarvão.....23
- Figura 4. Detalhe das gerbox contendo as plântulas formadas aos 14 dias após a semeadura: (A) visão superior das plântulas do tratamento testemunha; (B) visão superior plântulas do tratamento com 0,50 g de biocarvão; (C) visão lateral das plântulas do tratamento testemunha e (D) visão lateral das plântulas do tratamento com 0,50 g de biocarvão.....23
- Figura 5. Massa fresca (g) de plântulas de *Corymbia citriodora*, aos 14 dias após a semeadura nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 relacionados às doses de biocarvão 0; 0,05; 0,10; 0,25 e 0,50 g, respectivamente.....24
- Figura 6. Massa seca (g) de plântulas de *Corymbia citriodora*, aos 14 dias após a semeadura nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 relacionados às doses de Biocarvão 0; 0,05; 0,10; 0,25 e 0,50, respectivamente.....25

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Análise de variância dos valores de Porcentagem de Germinação (%) das sementes de *Corymbia citriodora* submetidas às doses de biocarvão 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, aos 14 dias após a semeadura.....19
- Tabela 2. Análise de variância dos valores de IVG das sementes de *Corymbia citriodora* submetidas às doses de biocarvão 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, aos 14 dias após a semeadura.....19
- Tabela 3. Teste de Tukey para comparação das médias dos valores da Porcentagem de Germinação (%) e do IVG de sementes de *Corymbia citriodora* nos diferentes tratamentos, aos 14 dias após a semeadura.....20
- Tabela 4. Análise de variância da massa fresca de plântulas de *Corymbia citriodora* germinadas, submetidas às doses de biocarvão 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, aos 14 dias após a semeadura.....22
- Tabela 5. Teste de Tukey para comparação das médias dos valores da massa fresca (g) e da massa seca (g) de plântulas de *Corymbia citriodora* nos diferentes tratamentos, aos 14 dias após a semeadura.....22
- Tabela 6. Análise de variância da massa seca de plântulas de *Corymbia citriodora* germinadas, submetidas às doses de biocarvão 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, aos 14 dias após a semeadura.....24

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo, avaliar o efeito do biocarvão resultante da pirólise da casca do coco, em diferentes dosagens, na germinação de sementes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, e no acúmulo inicial de biomassa das plântulas. Visando o uso do biocarvão como componente de substrato para produção de mudas. Para condução do experimento, foram usadas 20 caixas gerbox, onde cada uma recebeu 0,5 gramas de sementes de *Corymbia citriodora*, sendo divididas em 4 tratamentos contendo 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g de biocarvão mais a testemunha, todos com quatro repetições, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Os gerbox foram acondicionados em uma câmara de germinação BOD, com temperatura de 25° C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas diariamente durante 14 dias, usando como base, critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes para a maioria das espécies do gênero *Eucalyptus*. Foi observado que a adição de 0,05 g de biocarvão, influenciou positivamente na porcentagem de germinação de sementes da espécie *Corymbia citriodora*, apresentando valores absolutos superiores ao tratamento testemunha, apesar de não terem sido encontradas diferenças estatísticas significativas entre estes dois tratamentos. A quantidade de 0.5 g de biocarvão adicionada no tratamento T5, surtiu efeito negativo, principalmente no número de sementes germinadas, porém as plântulas que se desenvolveram mostraram-se mais vigorosas. Verificou-se que à medida que a quantidade de biocarvão aumentou, o número de sementes germinadas diminuiu, contudo os tratamentos com maiores doses de biocarvão apresentaram plântulas mais desenvolvidas.

Palavras-chave: *Corymbia citriodora*; Biocarvão; Germinação de Sementes; Sementes Florestais.

1. INTRODUÇÃO

A exploração de madeira é um dos fatores responsáveis pela supressão das florestas nativas que sofrem com o impacto da redução da cobertura vegetal e diminuição da diversidade biológica. A necessidade por produtos madeireiros tem aumentado, em grande parte, devido a crescente escassez de espécies arbóreas nativas (WILCKEN et al., 2008). A redução da cobertura vegetal causa degradação do solo, podendo também afetar o clima, visto que as florestas regulam a temperatura, o regime de vento e de chuva (ALMEIDA, 2007). Neste sentido, as plantações florestais vêm se destacando como um meio para recuperação de áreas desmatadas, além das madeiras de reflorestamento contribuírem para a redução da pressão sobre as florestas nativas (MORA & GARCIA, 2000).

No Brasil, a introdução de espécies exóticas como pinus e eucalipto para uso comercial ajudou a reduzir a pressão exercida sobre as florestas naturais, favorecendo o cultivo de gêneros exóticos (ALTOÉ, 2008). Pesquisas têm demonstrado a versatilidade da madeira de eucalipto, que pode ser utilizada para produção de energia (lenha, carvão vegetal), construção civil (telhados e pisos), fabricação de chapas de fibras, celulose e papel, além dos produtos não-madeireiros como óleos essenciais e plantios para quebra-ventos (WILCKEN et al., 2008).

Vale ressaltar que apesar do termo eucalipto ser usado como designação vulgar das várias espécies vegetais do gênero *Eucalyptus*, o nome se aplica ainda a outros gêneros de mirtáceas, como é o caso dos gêneros *Corymbia* e *Angophora* (MAIS FLORESTA, 2015), além disso, espécies pertencentes ao gênero *Corymbia*, como *C. citriodora*, *C. maculata* e *C. torelliana* têm sido correntemente mencionadas como de grande importância devido aos aspectos qualitativos de suas madeiras e boa adaptação às condições ambientais adversas (REIS et al., 2014).

O cultivo do eucalipto no Brasil é um dos mais avançados do mundo (SILVA et al., 2006), porém para que haja um bom desempenho das plantas no campo, as mudas devem apresentar boa qualidade, dependendo de fatores como germinação e boa formação das mudas (PETTER et al., 2012). A formação de mudas de boa qualidade depende dos processos de germinação, emissão de radícula, formação do sistema radicular e parte aérea, que por sua vez estão relacionados ao nível de eficiência dos substratos (CALDEIRA et al., 2000; GUERRINI e TRIGUEIRO, 2004).

Existem vários tipos de substratos no mercado, contudo nem sempre são os mais indicados para determinadas espécies, o que leva a combinação com um ou mais compostos, sendo que uma das alternativas de melhoria de substratos são os condicionadores de solo (PETTER et al., 2012). O carvão de origem vegetal produzido em ambiente controlado, denominado biocarvão, vem sendo estudado quanto à sua utilização como condicionador de substrato para melhorar a qualidade das mudas (MARIMON-JÚNIOR et al., 2012). De acordo com Rezende et al. (2011), o carbono presente no biocarvão, quando concentrado no solo, melhora a absorção de água, facilita a penetração das raízes e torna as plantas mais resistentes, além de regular a capacidade de troca de cátions (CTC) e permanecer ativo por muitos anos (MADARI et al. 2009).

Segundo Moreira et al. (2010) é importante caracterizar materiais alternativos encontrados na forma de resíduos de diversas culturas, tornando possível transformá-los em substrato para produção de mudas, além de contribuir para redução de custos. É neste sentido que o biocarvão se apresenta como um interessante material alternativo, visto que quando presente no solo, possui a capacidade de melhorar seu equilíbrio nutricional, aumentando a CTC do solo e conseqüentemente sua fertilidade (GLASER et al., 2002; LIANG et al., 2006; LEHMANN e JOSEPH, 2009)

O presente estudo teve como objetivo, avaliar o efeito do biocarvão resultante da pirólise da casca de coco, em diferentes dosagens, na germinação de sementes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson e no acúmulo inicial de biomassa das plântulas. Visando o uso do biocarvão como componente de substrato para produção de mudas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Importância do Eucalipto

O eucalipto foi introduzido no Brasil para fins de produção no ano de 1904 pelo engenheiro agrônomo e pesquisador Edmundo Navarro de Andrade, que deu início aos primeiros plantios experimentais para obtenção de matéria-prima. A finalidade inicial era comercial, com o propósito de produzir dormentes para estradas de ferro paulistas, postes e lenha para locomotivas (WILCKEN et al. 2008; MARTINI, 2004). Desde então, inúmeras pesquisas foram realizadas com diversas variedades desse gênero, em função da sua alta produção de madeira que pode ser destinada para diversos usos.

As plantas do gênero *Eucalyptus* pertencem à família *Myrtaceae* (subfamília *Leptospermoidae*), possuindo mais de 700 espécies descritas, além de vários híbridos naturais e artificiais que apresentam diferentes formas com grande variabilidade genética. São árvores de origem australiana, sendo a maior parte das espécies e subespécies, endêmicas do continente australiano e ilhas adjacentes, possuindo a capacidade de se adaptar a diversas condições de solo e clima (JAHNS, 2008; SHUMACHER et al. 2005; MORA & GARCIA, 2000). É importante ressaltar a existência de dois gêneros da família *Myrtaceae* que são proximamente relacionados com o gênero *Eucalyptus* por serem geneticamente similares, são eles: *Angophora* e *Corymbia* que comumente recebem a designação vulgar de "eucaliptos" (MAIS FLORESTA, 2015).

Dados mais recentes da ABRAF, (2013) mostram que, atualmente no Brasil, as plantações de eucalipto ocupam uma área de mais de 5 milhões de hectares, podendo produzir até 50 m³/ha/ano por meio de plantios clonais (Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS, 2006). Além disso, 53,0% da área plantada com eucalipto está concentrada na Região Sudeste, enquanto que em âmbito estadual, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Paraná detinham 83,6% dos plantios do gênero *Eucalyptus* (ABRAF, 2013). No Brasil, as principais espécies plantadas são: *Eucalyptus grandis*, o *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla*, entre outras. Vale destacar também os cruzamentos que foram realizados entre as espécies, resultando em árvores híbridas, como é o caso do *Eucalyptus urograndis*, resultado do cruzamento entre o *E. grandis* e *E. urophylla* (Conselho de Informações sobre Biotecnologia - CIB, 2008).

De acordo com Moura e Guimarães (2003), são vários os atributos característicos dos eucaliptos que geram interesse no seu plantio como: rápido crescimento, baixa exigência nutricional, baixo nível de competição entre plantas, baixa incidência de pragas e doenças, forma do tronco, alta densidade da madeira, facilidade de rebrota e facilidade de produção de mudas. Apesar de serem destinados principalmente à produção de celulose e papel, os plantios florestais de eucalipto também fornecem madeira usada na produção de carvão vegetal, chapas, lâminas, compensados, aglomerados, além de produtos não madeireiros como óleos essenciais (SBS, 2006).

2.2 Características da espécie *Corymbia citriodora*

Comumente conhecido por eucalipto citriodora, o *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, é originário do estado de Queensland na Austrália. É uma das espécies de maior plasticidade no Brasil, encontrada em plantações desde o estado do Rio Grande do Sul até a região amazônica (DOGENSKI, 2013). Foi descrito pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, (2015), como uma árvore de médio a grande porte com folhagem rala, apresentando excelente formato de tronco e tolerância a variados tipos de solos. Reis et al. (2013), citou outras características da espécie como: ramagem longa que permite formação de uma copa aberta, percentual alto de casca chegando a 30% do volume do tronco, folhas com forte odor de citronela e que variam entre as formas largo-lanceolada e estreito-lanceoladas conforme o estado de maturidade.

O *C. citriodora* foi introduzido no Brasil visando primeiramente a produção de madeira, mas atualmente é também utilizado para produção de postes, madeira para serraria, mourões, carvão vegetal e produção de óleo essencial, onde mais se destaca (VITTI & BRITTO, 2003). O óleo essencial, obtido principalmente das folhas, é um produto de odor agradável conhecido por citronela, que possui grande demanda no mercado por fazer parte da composição de diversos produtos como aromatizantes, sabonetes, desinfetantes, detergentes, entre outros (ANDRADE & GOMES, 2000).

A madeira de *C. citriodora* apresenta potencial para diversos fins como: construção civil, lenha, móveis, carvão, pisos, entre outros, o que vem atraindo a atenção para essa espécie. Caracterizada por possuir cerne duro e resistente, essa madeira é considerada fácil de ser trabalhada (BOLAND et al. 2006), apesar de requerer técnicas apropriadas para o desdobramento, afim de minimizar efeitos das tensões de crescimento (REIS et al. 2013).

Com relação à secagem, a madeira possui a mesma dificuldade apresentada pelas outras espécies de eucalipto, sendo necessária a aplicação de programas com baixas temperaturas e altas umidades relativas para evitar defeitos (ZENID, 2009).

2.3 A importância do substrato na produção de mudas florestais

Na silvicultura, a produção de mudas florestais é uma das atividades mais importantes, visto que representa a fase inicial de uma cadeia de operações que têm como objetivo o estabelecimento de florestas e povoamentos. Portanto, o sucesso do plantio está relacionado à qualidade das operações de viveiro e à qualidade das mudas (SCHORN e FORMENTO, 2003). Fatores como a altura, diâmetro de coleto, peso da parte aérea e das raízes, entre outros, são parâmetros que determinam a qualidade das mudas, que por sua vez está ligada ao sucesso dos reflorestamentos (CARNEIRO, 1995; ROSSA et al. 2010).

De acordo com Santos (2008), nos sistemas de produção de mudas florestais de eucalipto, pinus e teca, os recipientes mais usados são os sacos plásticos, contendo como substrato, terra de subsolo com teores de argila entre 20 e 35%, e os tubetes de polipropileno, onde são utilizados predominantemente como meio de crescimento, substratos orgânicos simples ou misturados. Na escolha de um meio de crescimento devem ser levadas em consideração, características físicas e químicas relacionadas com a espécie a ser plantada, além de aspectos econômicos (SANTOS et al. 2000).

Segundo Carneiro (1983), o substrato é tido como um dos fatores que influenciam diretamente na qualidade de mudas de espécies florestais, já que exerce uma influência considerável na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, afetando profundamente a qualidade das mudas. Além do mais, o substrato deve satisfazer as exigências nutricionais das mudas em desenvolvimento, bem como apresentar um meio físico que permita condições favoráveis de aeração e drenagem (GUERRA et al. 1983; NODARI et al. 1984).

A composição dos substratos vem sendo amplamente estudada, visando obter meios de crescimento de mudas que ofereçam composição uniforme, baixa densidade, alta capacidade de troca de cátions, alta retenção de água, boa aeração e drenagem (SOUCHIE et al. 2011). O grande número de estudos sobre a composição e qualidade dos substratos, se deve em parte, à necessidade de encontrar maneiras de produzir meios de crescimento para produção de

mudas, que sejam eficientes e menos onerosos, reduzindo o impacto econômico nas atividades de caráter florestal e agrícola.

Segundo Vieira e Weber (2016), além do enfoque financeiro, os substratos comerciais nem sempre fornecem quantidades satisfatórias de nutrientes, e uma das formas de reduzir os custos seria a utilização de resíduos orgânicos, que podem promover melhorias químicas e físicas, garantindo a formação de mudas de melhor qualidade.

Um subproduto oriundo da resíduos orgânicos conhecido como *biochar* (biocarvão), vem sendo visto como uma alternativa para melhorar as condições de crescimento de plantas na agricultura (SOUCHIE et al. 2011). Mesmo sendo considerado como um material majoritariamente inerte, o biocarvão apresenta uma estrutura molecular com sítios capazes de realizar troca iônica, o que pode contribuir para a CTC, possibilitando maior disponibilidade de nutrientes (NOVOTNY *et al.*, 2009). Graças às suas propriedades físicas e químicas, que incluem alta porosidade e elevada área de superfície específica, o biocarvão possui grande potencial de influenciar várias propriedades do solo como: pH, porosidade, retenção de água e densidade (NÓBREGA, 2011).

Entre outros benefícios, o biocarvão possui ainda a vantagem de apresentar baixo custo, visto que o material utilizado para produzi-lo pode ser obtido com facilidade na propriedade rural (BENITES et al., 2009). De acordo com Trazzi (2014), as propriedades do biocarvão possibilitam que o mesmo também seja utilizado como componente de substrato na produção de mudas em recipientes com baixa capacidade volumétrica, sendo que estes tipos de recipientes são amplamente utilizados em sistemas de produção de mudas florestais (SANTOS, 2008).

Conforme dados fornecidos pela Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2013), sobre a evolução da área anual plantada das empresas associadas individuais, no ano de 2012, a área plantada com florestas de *Eucalyptus sp.* totalizou 300,1 mil hectares. Tomando como exemplo um plantio florestal com espaçamento 3m x 2m (1666 árvores/ha), seriam necessárias aproximadamente 500.166.666 mudas de *Eucalyptus sp.* para suprir a demanda da área de implantação florestal mencionada. Neste sentido, o biocarvão poderia ser utilizado na composição de substratos, para reduzir o custo de produção de mudas, substituindo parcialmente compostos onerosos e ainda possibilitar o aproveitamento de resíduos orgânicos oriundos de diversos setores.

2.4 O Biocarvão

De acordo com Lehmann & Joseph (2009), o biocarvão é basicamente um produto rico em carbono, obtido quando a biomassa, como a madeira por exemplo, é aquecida num recipiente fechado em condição de baixo ou nenhum oxigênio. Já Madari et al. (2009), definiu biocarvão como um material que possui alta quantidade de carbono e grande área superficial devido à sua estrutura porosa, produto da combustão incompleta de material orgânico denominada pirólise.

A pirólise, segundo Vieira (2012), é um processo químico onde há absorção de calor que atua na decomposição de componentes de natureza orgânica da biomassa e ocorre em temperaturas relativamente baixas ($<700^{\circ}$) (LEHMANN e JOSEPH, 2009). Este processo de queima na ausência de oxigênio é capaz de reter nas cinzas mais de 50% de carbono, diferente da combustão com oxigênio que retém apenas de 2 a 3% de carbono (MANGRICH et al. 2011).

Na produção de biocarvão, as propriedades do produto final não dependem apenas dos parâmetros do processo de pirólise, como temperatura e velocidade de aquecimento, mas também da natureza da matéria-prima utilizada, como o tamanho da partícula do material utilizado, contudo, a temperatura de pirólise possui maior influência na qualidade do material resultante (CHEN et al. 2011; ARAÚJO, 2016; ANTAL e GRONLI, 2003). Para Rezende et al. (2011), o biocarvão de boa qualidade apresenta estrutura interna inerte, semelhante ao grafite, que preserva o carbono no solo por centenas de anos. Sua lenta decomposição no solo pode ser ainda uma alternativa na redução da emissão de CO_2 atmosférico (JHA et al., 2010).

O interesse em produzir o biocarvão surgiu de estudos realizados por pesquisadores nacionais e internacionais para obter um material com qualidades semelhantes às encontradas nas chamadas terras pretas de índio, que funcionasse como condicionador de solo (MANGRICH et al. 2011).

O modo como é produzido o biocarvão otimiza certas características consideradas úteis na agricultura, como elevada área superficial por unidade de volume e baixa quantidade de resinas residuais (HUNT et al. 2010). A porosidade encontrada na estrutura do biocarvão é de interesse agrônômico por apresentar a capacidade de reter água e nutrientes no solo e substratos, o que reduz as perdas com lixiviação de nutrientes, proporcionando uma maior eficiência das adubações reduzindo os gastos com fertilizantes químicos (GLASER et al., 2002; LEHMANN, 2007; LEHMANN e JOSEPH, 2009). A elevada estabilidade no solo,

característica importante do biocarvão, pode ainda aumentar a germinação de sementes e o crescimento vegetal, interferindo positivamente na produção agrícola (LEHMANN e JOSEPH, 2009; MADARI et al. 2009; GLASER et al. 2002).

3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes localizado no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Sergipe. As sementes de *Corymbia citriodora* foram fornecidas pela empresa Bahia Specialty Cellulose localizada no município de Alagoinhas-BA.

O experimento foi instalado utilizando 20 caixas gerbox contendo duas camadas de papel para germinação umedecido com água destilada. Os gerbox foram previamente esterilizados com álcool 70% e divididos em 4 tratamentos contendo diferentes doses de biocarvão com quatro repetições cada, além do tratamento testemunha sem biocarvão, também com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC).

As doses de biocarvão adicionadas em cada tratamento foram obtidas por meio da pesagem em balança de precisão, sendo elas: 0,05; 0,10; 0,25 e 0,50 gramas. Após o preparo dos gerbox, cada um recebeu 0,5 g de sementes de *Corymbia citriodora*, sendo este peso recomendado pelas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), totalizando em média 53 sementes por gerbox, as quais haviam sido esterilizadas quimicamente em solução de hipoclorito de sódio para evitar o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos nas sementes durante o teste de germinação.

Na condução do experimento, os gerbox foram acondicionados em câmara de germinação BOD, com temperatura estabelecida de 25° C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas diariamente durante 14 dias, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes para a maioria das espécies do gênero *Eucalyptus*. O número de sementes germinadas em cada gerbox foi contabilizado considerando como critério de germinação a protusão da radícula visível a olho nu.

Com os dados obtidos pelas avaliações diárias foi estimada a Porcentagem de Germinação (%) que representa a porcentagem de sementes germinadas em relação ao número de sementes dispostas para germinar (FERREIRA e BORGHETTI, 2004) e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), que é obtido através do somatório do número de

sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + (G_3/N_3) + \dots + (G_n/N_n), \text{ onde:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

$G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$ = número de diásporos germinados computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Após o término das avaliações, o material vegetal contido em cada gerbox passou por um processo de limpeza para remoção dos resíduos de biocarvão, e posteriormente foi pesado em balança de precisão para obtenção da massa fresca. Depois de pesado, o material vegetal foi acondicionado em pacotes de papel devidamente identificados quanto aos tratamentos e repetições, e levado para secar em estufa a 75° C por 72 horas para obtenção da massa seca. Os dados de massa fresca e massa seca obtidos foram usados para avaliar o acúmulo inicial de biomassa das plântulas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificação dos efeitos significativos e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos valores de Porcentagem de Germinação (%) e do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) do experimento com sementes de *Corymbia citriodora* submetidas às doses de biocarvão 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, mostram que foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabelas 1 e 2). Para avaliar as diferenças entre as médias dos tratamentos, foi realizado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade usando o programa de análise estatísticas Sisvar (FERREIRA, 2008) (Tabela 3).

Tabela 1. Análise de variância dos valores de Porcentagem de Germinação (%) das sementes de *Corymbia citriodora* submetidas às doses de biocarvão 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, aos 14 dias após a semeadura.

Fontes de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	valor-p
Trat	4	1668.567146	417.141786	0,0000
Res	15	271.447312	18.096487	
Total	19	1940.014458		

Tabela 2. Análise de variância dos valores de IVG das sementes de *Corymbia citriodora* submetidas às doses de biocarvão 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, aos 14 dias após a semeadura.

Fontes de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	valor-p
Trat	4	47.972770	11.993192	0,0000
Res	15	5.177550	0.345170	
Total	19	53.150320		

Na análise da porcentagem de germinação (Tabela 3) o tratamento testemunha (T1) e os tratamentos com as menores quantidade de biocarvão (T2 e T3) foram considerados similares estatisticamente, expressando porcentagens de germinação acima de 80%, fenômeno que pode ser atribuído à viabilidade e vigor germinativo das sementes, e não às concentrações de biocarvão, como verificado por Souchie et al. (2011), que não presenciaram interferência no desempenho germinativo de sementes de carvoeiro (*Tachigali vulgaris*) sob diferentes concentrações de carvão pirogênico. Contudo as maiores concentrações de biocarvão surtiram efeito negativo na porcentagem de sementes germinadas. Resultados parecidos foram obtidos por Solaiman et al. (2012), ao testarem 5 tipos de biocarvão na germinação de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L. var. 'Calingiri'), relataram que o biocarvão, de modo geral, aumentou a germinação das sementes nas menores taxas de aplicação, e diminuiu ou não apresentou efeito significativo nas maiores taxas de aplicação.

Efeito negativo semelhante foi observado na análise do IVG (Tabela 3), onde é verificado que conforme a quantidade de biocarvão aumenta, o índice de velocidade de germinação diminui, sendo o tratamento T5 o que obteve o menor valor de IVG, mostrando que a espécie não apresentou resultados germinativos satisfatórios às dosagens mais altas do material. Estes resultados divergem com os encontrados por Cavalcante et al. (2012), que verificaram um incremento na emergência, bem como no índice de velocidade de emergência de mudas de maracujazeiro em conformidade com o aumento da proporção de biocarvão na composição do substrato.

Tabela 3. Teste de Tukey para comparação das médias dos valores da Porcentagem de Germinação (%) e do IVG de sementes de *Corymbia citriodora* nos diferentes tratamentos, aos 14 dias após a semeadura.

Tratamentos com biocarvão	Porcentagem de Germinação (%)	IVG
T1 (0,0 g)	84,91 a	8,92 a
T2 (0,05 g)	88,21 a	8,76 a
T3 (0,10 g)	81,60 ab	7,47 b
T4 (0,25 g)	73,58 b	6,47 b
T5 (0,50 g)	62,74 c	4,75 c
CV (%)	5,44	8,07

Os tratamentos T1 e T2 foram os que apresentaram maiores valores médios de porcentagem de germinação e de IVG, não apresentando diferença significativa entre eles, porém a adição de 0,05 g de biocarvão influenciou positivamente na porcentagem de germinação de sementes da espécie *Corymbia citriodora*, apresentando valores absolutos superiores ao tratamento testemunha. O desempenho germinativo inferior inerente às maiores concentração de biocarvão, como pode ser observado no tratamento T5 (Figuras 1 e 2), pode significar interferência no processo de embebição da semente, devido à estrutura porosa do material ser capaz de armazenar água e reter umidade (PETTER et al., 2012), disponibilizando-a mais lentamente para a semente. Outra possível causa de redução da germinação é a presença de resíduo de tanino no biocarvão obtido da casca de coco. O tanino é um composto tóxico presente na casca de coco, que pode causar redução de crescimento de algumas plantas (PEDRA et al., 2006). Além disso, Matias et al. (1999) observaram retardamento da germinação de sementes de alface, ao testarem a fibra de coco não lavada como substrato.

Diferentes tipos de biocarvão podem conter compostos que estimulem a germinação de sementes, e por outro lado também podem conter componentes indesejáveis prejudiciais para germinação e crescimento das plantas (SOLAIMAN et al. 2012). A presença e

concentração de nutrientes e outros componentes variam de acordo com o tipo de biomassa do qual é produzido o carvão pirogênico (GASKIN et al. 2008). Segundo Major (2009), testes rápidos, como o teste de germinação, podem ser usados para avaliar a presença de compostos tóxicos no biocarvão, com o propósito de verificar se a adição de biocarvão no solo afeta a germinação de sementes. Assim pode-se inferir que um efeito prejudicial indica a presença de compostos indesejados no material.

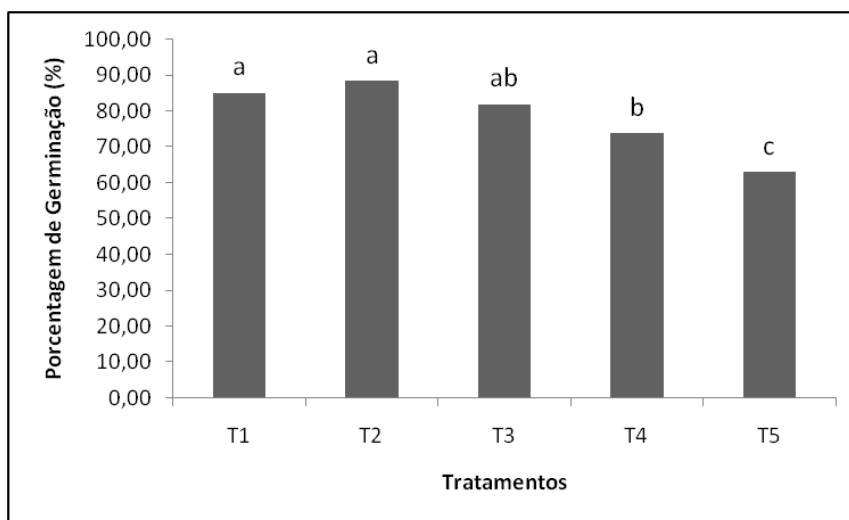


Figura 1. Porcentagem de Germinação (%) de sementes de *Corymbia citriodora*, aos 14 dias após a semeadura nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 relacionados às doses de biocarvão 0, 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, respectivamente.

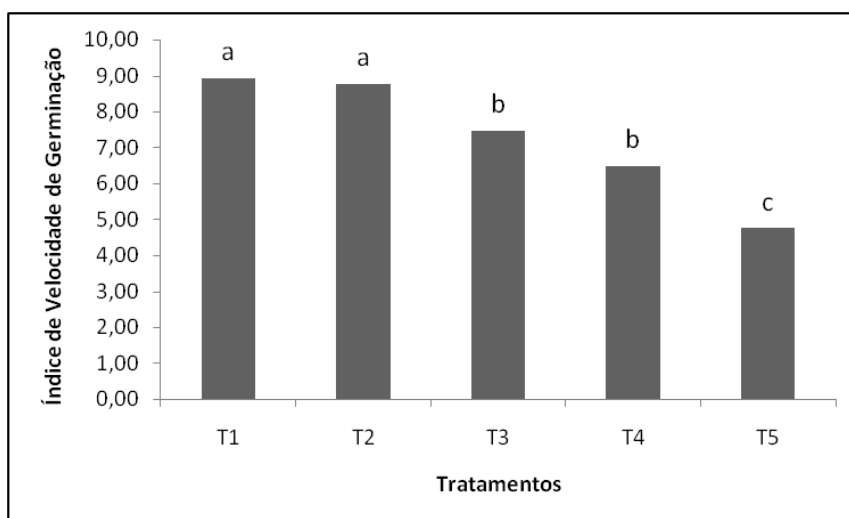


Figura 2. IVG de sementes de *Corymbia citriodora*, aos 14 dias após a semeadura nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 relacionados às doses de biocarvão 0, 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, respectivamente.

Quanto à massa fresca das plântulas após 14 dias de implantação do experimento, não houve diferença significativa entre os tratamentos T1, T2, T3 e T4. Foram encontradas diferenças significativas apenas entre o tratamento T5 quando comparado aos tratamentos T2 e T4 que apresentaram os maiores valores de massa fresca (Tabela 5). A partir dos resultados, pode-se verificar que a presença do biocarvão não causou um efeito muito expressivo sobre a massa fresca das plântulas em sua fase inicial de desenvolvimento.

Tabela 4. Análise de variância da massa fresca de plântulas de *Corymbia citriodora* germinadas, submetidas às doses de biocarvão 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, aos 14 dias após a semeadura.

Fontes de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	valor-p
Trat	4	0,0668	0,0167	0,0113
Res	15	0,0528	0,0035	
Total	19	0,1197		

Tabela 5. Teste de Tukey para comparação das médias dos valores da massa fresca (g) e da massa seca (g) de plântulas de *Corymbia citriodora* nos diferentes tratamentos, aos 14 dias após a semeadura.

Tratamentos com biocarvão	Massa Fresca (g)	Massa Seca (g)
T1 (0,0 g)	0,7332 ab	0,1364 b
T2 (0,05 g)	0,8210 a	0,1608 a
T3 (0,10 g)	0,7688 ab	0,1487 ab
T4 (0,25 g)	0,8233 a	0,1383 ab
T5 (0,50 g)	0,6693 b	0,1112 c
CV (%)	7,78	7,88

Observando as plântulas dispostas nos gerbox 14 dias após a semeadura, verificou-se que apesar do tratamento T1, sem presença de biocarvão, ter apresentado uma das maiores médias de sementes germinadas, as plântulas se mostraram menos desenvolvidas que nos demais tratamentos (Figura 3). Já no tratamento T4, onde as sementes foram submetidas à segunda maior dose de biocarvão (0,25 g) e expressaram uma das menores médias de IVG, as plântulas aparentaram-se mais desenvolvidas, e obtiveram valor médio de massa fresca estatisticamente igual às do tratamento T2 (0,05 g).

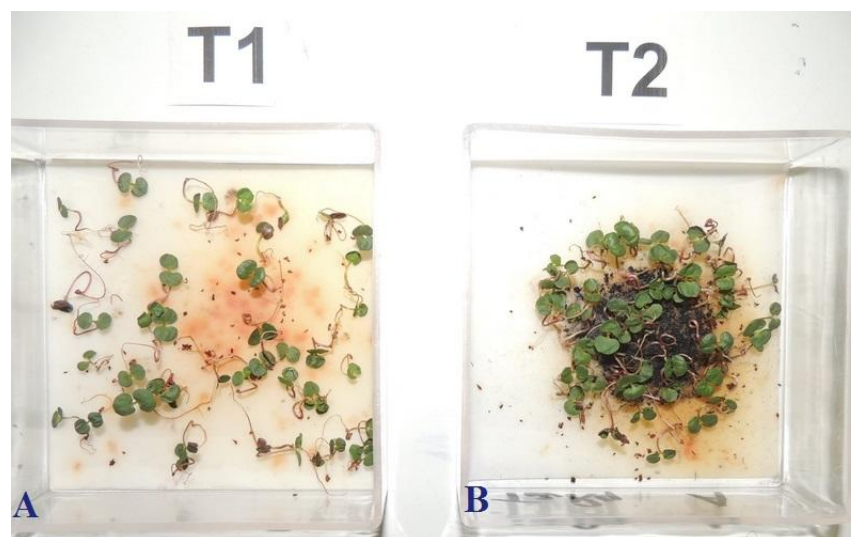


Figura 3. Detalhe das gerbox contendo as plântulas formadas aos 14 dias após a semeadura: (A) visão superior das plântulas do tratamento testemunha e (B) visão superior plântulas do tratamento com 0,05 g de biocarvão.

No tratamento T5, houve menor valor médio de massa fresca (Tabela 5 e Figura 5), contudo deve ser considerado que nos gerbox haviam menos plântulas devido o menor número de sementes germinadas, na presença da dose mais alta de biocarvão. As plântulas deste tratamento, apesar de estarem em menor quantidade, mostraram-se mais desenvolvidas que as do tratamento testemunha (Figura 4).

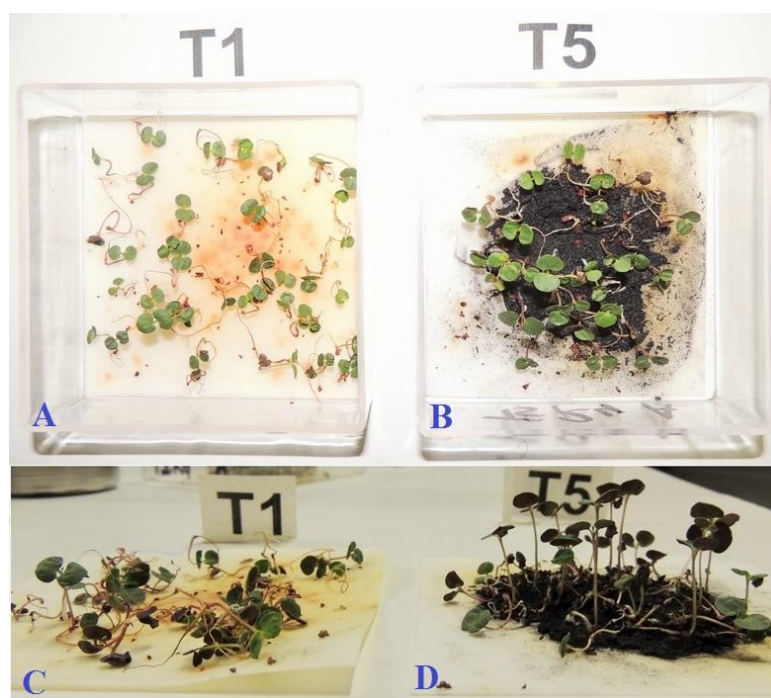


Figura 4. Detalhe das gerbox contendo as plântulas formadas aos 14 dias após a semeadura: (A) visão superior das plântulas do tratamento testemunha; (B) visão superior plântulas do tratamento com 0,50 g de biocarvão; (C) visão lateral das plântulas do tratamento testemunha e (D) visão lateral das plântulas do tratamento com 0,50 g de biocarvão.

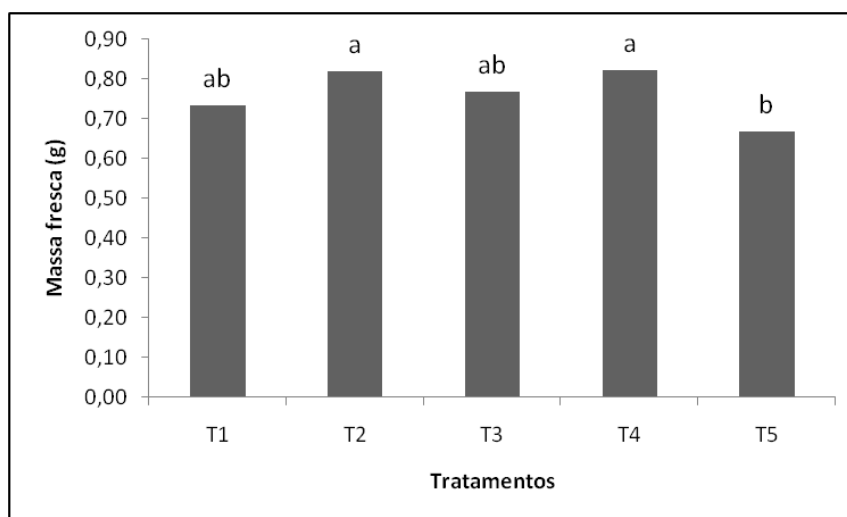


Figura 5. Massa fresca (g) de plântulas de *Corymbia citriodora*, aos 14 dias após a semeadura nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 relacionados às doses de biocarvão 0; 0,05; 0,10; 0,25 e 0,50 g, respectivamente.

A análise de variância encontrou diferenças significativas na massa seca das plântulas entre os tratamentos avaliados (Tabela 6). Basicamente, a massa seca refere-se à biomassa acumulada das plântulas, resultante do processo de retirada da umidade das mesmas, depois de permanecerem em estufa a 75° C por 72 horas.

Tabela 6. Análise de variância da massa seca de plântulas de *Corymbia citriodora* germinadas, submetidas às doses de biocarvão 0,05, 0,10, 0,25 e 0,50 g, aos 14 dias após a semeadura.

Fontes de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	valor-p
Trat	4	0,0054	0,0013	0,0002
Res	15	0,0018	0,0001	
Total	19	0,0072		

O tratamento T2 apresentou a maior média de massa seca, seguido dos tratamentos T3 e T4 que não diferenciaram estatisticamente entre si (Tabela 5). Vale destacar que o tratamento T4 apresentou um dos maiores valores de massa fresca, no entanto obteve um menor peso de matéria seca com relação aos tratamentos T2 e T3. O tratamento T5 apresentou a menor média de massa seca, da mesma maneira que obteve a menor massa fresca entre os tratamentos.

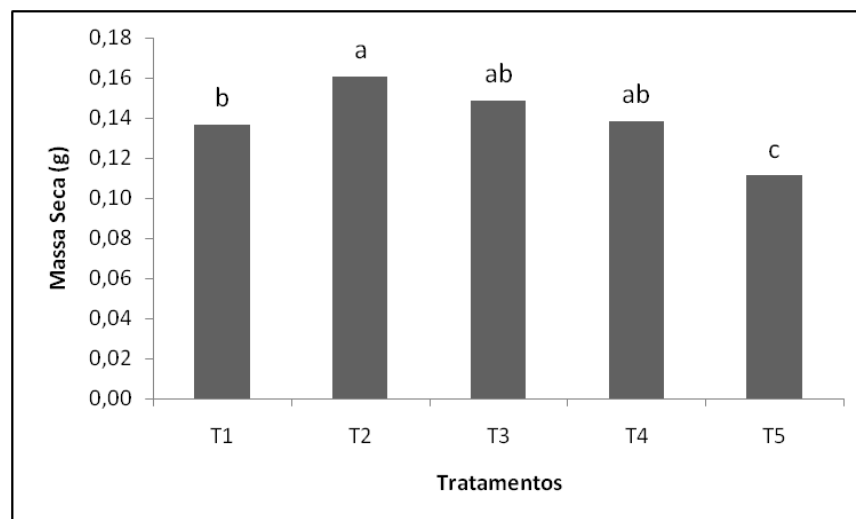


Figura 6. Massa seca (g) de plântulas de *Corymbia citriodora*, aos 14 dias após a semeadura nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 relacionados às doses de Biocarvão 0; 0,05; 0,10; 0,25 e 0,50, respectivamente.

Ao comparar o tratamento T2, onde a dosagem de biocarvão foi de 0,05 g, e o tratamento T1, onde não foi aplicado biocarvão, percebe-se uma diferença significativa na quantidade de massa seca, mostrando que a produção de matéria seca das plântulas foi maior na presença da menor concentração de biocarvão, visto que estes dois tratamentos obtiveram valores muito próximos do número de sementes germinadas. Esta relação pode ser melhor observada graficamente na Figura 6. Efeito parecido foi observado por Madari et al. (2006), ao testarem carbono pirogênico como condicionador de solo para plantas de arroz, onde as plantas do tratamento com carvão apresentaram valores de matéria seca maiores que as plantas no solo sem o material, principalmente na fase inicial do desenvolvimento. Já Petter et al. (2012), em estudo com mudas de eucalipto, observaram melhor desenvolvimento de mudas de *E. citriodora* em substrato comercial Germinar com adição da concentração de 7,5 % de biocarvão, enquanto as concentrações acima de 30% prejudicaram o desenvolvimento das mudas.

Dessa forma, com o teste de germinação das sementes de *Corymbia citriodora* e a avaliação da massa vegetal das plântulas, foi possível evidenciar a influência do biocarvão no desempenho germinativo das sementes e no desenvolvimento inicial das plântulas dessa espécie. Sendo assim, torna-se importante a identificação das concentrações ideais de carvão vegetal pirogênico para o seu uso como componente de substrato ou como condicionador de solo, para produção de mudas de *Corymbia citriodora* de melhor qualidade, visto que é um produto que pode ser obtido de resíduos de diversos setores, e possui diversas propriedades que podem contribuir para o aumento da qualidade e produtividade do solo. O presente

trabalho serviu para indicar que é necessário a realização de mais estudos sobre os efeitos do biocarvão em espécies florestais, para obter informações mais detalhadas quanto ao comportamento do material.

5. CONCLUSÕES

A adição de 0,05 g de biocarvão, influenciou positivamente na porcentagem de germinação de sementes da espécie *Corymbia citriodora*, apresentando valores absolutos superiores ao tratamento testemunha, apesar de não terem sido encontradas diferenças estatísticas significativas entre estes dois tratamentos.

A adição de 0,05 g de biocarvão, influenciou positivamente na massa seca de plântulas da espécie *Corymbia citriodora*, aos 14 dias após a semeadura, sendo significativamente melhor que no tratamento com ausência de biocarvão.

A quantidade de 0.5 g de biocarvão adicionada no tratamento T5, surtiu efeito negativo, principalmente no número de sementes germinadas, porém as plântulas que se desenvolveram mostraram-se mais vigorosas.

Foi verificado que à medida que a quantidade de biocarvão aumentou, o número de sementes germinadas diminuiu, contudo os tratamentos com maiores doses de biocarvão apresentaram plântulas mais desenvolvidas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Demétrius Henrique Cardoso. **Mudanças Climáticas – Premissas e Situação Futura**. 1ª Ed. São Paulo: LCTE Editora, 2007.
- ALTOÉ, F. E. **História e Evolução da Colheita Florestal no Brasil**. 2008.51p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.
- ANDRADE, A. M.; GOMES, S. S. Influência de alguns fatores não genéticos sobre o teor de óleo essencial em folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, RJ.v.7, n.1, p.181-189, 2000.
- ANTAL, M. J.; GRONLI, M. The art, science, and technology of charcoal production. Industrial and Engineering. **Chemistry Research**, v. 42, n. 8, p. 1619-1640, 2003.
- ARAUJO, Danilo Dias de. **Efeito do biochar de lodo de esgoto no crescimento inicial de mudas de *Erythrina velutina* willd.** 2016. xiii, 66 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)—Universidade de Brasília, Brasília, 2016
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012 / ABRAF**. – Brasília: 2013.
- BENITES, V. de M.; TEIXEIRA, W. G.; REZENDE, M. E.; PIMENTA, A. S. **Utilização decarvão 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. I. **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.
- BOLAND, D.; BROKER, M. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINING, D. A.; MCDONALD, M. W.; TURNER, J. D. **Forest trees of Australia**. Melbourne: CSIRO, 2006. 736 p
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de Sementes**. Brasília, 395p., 2009.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; BARICHELLO, L.R.; VOGET, H.L.M. & OLIVEIRA, L.S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Floresta**, 28:19-30, 2000.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995, 451p.
- CARNEIRO, J.G. de A. **Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfo-fisiológicos que indicam a sua qualidade**. Série técnica. FUPEF, Curitiba (12): 1-40, 1983.

CAVALCANTE, L.; HERBERT ,I.; PETTER, F. A.; ALBANO, F. G.; SILVA, R. R. S.; JÚNIOR, G. B. S. Biochar no substrato para produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata (2012) Vol. 111 (1): 41-47.

CHEN, X. et al. Adsorption of copper and zinc by biochars produced from pyrolysis of hardwood and cornstraw in aqueous solution. **Bioresource Technology**, Essex, v. 102, n. 19, p. 8877-8884, Oct. 2011.

CIB - CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. **Guia do eucalipto** - Oportunidades para um desenvolvimento sustentável. 20p. 2008.

DOGENSKI, M. **Extração do óleo essencial e oleoresina das folhas de Corymbia citriodora utilizando CO₂ em condições sub e supercríticas**. 145f. Dissertação (Mestrado em Ciências) –Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos de São Paulo, Pirassununga, SP, 2013

FERREIRA, Alfredo Gui; BORGHETTI, Fabian (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

GASKIN, J.W; STEINER, C; HARRIS, K; DAS, K.C; BIBENS, B. (2008). Effect of Low-Temperature Pyrolysis Conditions on Biochar for Agricultural Use. **Trans. ASABE**. 51:2061-2069.

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

GONÇALVES, L. G.; MARIMON, B. S. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de alface. **Dourados**, v.5, n.17, p.243-250, 2012.

GUERRA, M.P.; NODARI, R.O.; REIS, A.; STORTZ, U. 1983. Influência de diferentes substratos na produção de mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Insula** 13: 48-59.

GUERRINI, I. A. and TRIGUEIRO, R. M.. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2004, vol.28, n.6, pp. 1069-1076. ISSN 0100-0683.

HUNT, J., DUPONTE, M., SATO, D., KAWABATA, A., 2010. The Basics of Biochar: A Natural Soil Amendment, in: **Soiland Crop Management**. pp 1–6. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai'i, Manoa.

IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. **Identificação de Espécies Florestais**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/cief/especies/citriodora.asp>> Acesso em: 29 jan. de 2016

JAHNS, M. T. **Avaliação Da Expressão Gênica Diferencial Entre Folhas E Tecidos Vasculares De Eucalyptus Grandis**. 110f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.

JHA, P.; BISWAS, A. K.; LAKARIA, B. L.; SUBBA RAO, A. Biochar in agriculture: prospects and related implications. **Current Science**, v. 99, n. 9, p. 1218-1225, 2010.

LEHMANN, J. Bio-energy in the black. **Front. Ecol. Environ.** 5:381-387, 2007.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Biochar for environmental management: An introduction. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for Environmental Management: Science and technology**, p. 1-12, 2009.

LIANG, B.; LEHMANN, J.; SOLOMON, D.; KINYANGI, J.; GROSSMAN, J.; O'NEILL, B.; SKJEMSTAD, J. O.; THIES, J.; LUIZÃO, F. J.; PETERSEN, J.; NEVES, E. G. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, p.1719-1730, 2006.

MADARI, B. E. et al. **Carvão Vegetal como condicionador de solo para Arroz de Terras Altas (Cultivar Primavera): Um estudo prospectivo**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão. 06 p. 2006. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 125).

MADARI, B. E.; CUNHA, T. J. F.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D. M. B. P.; MARTIN NETO, L.; BENITES, V. DE M.; COELHO, M. R.; SANTOS, G. A. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 172-188.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177. 1962.

MAIS FLORESTA. A produção de eucalipto no Brasil: benefícios para o meio ambiente. 2015. Disponível em: <<http://www.maisfloresta.com.br/artigos/eucalipto/a-producao-de-eucalipto-no-brasil-beneficios-para-o-meio-ambiente-8.html>>. Acesso em: 04 fev. de 2018.

MAJOR, J.A. (2009). **A Guide to Conducting Biochar Trials** - International Biochar Initiative, IBI. http://www.biocharinternational.org/images/IBI_Biochar_Trial_Guidev1.3.pdf.

MANGRICH, A. S.; MAIA, C. M. B. F.; NOVOTNY, E. H. Biocarvão – As terras pretas de índios e o sequestro de carbono. **Revista Ciência Hoje**, v. 47, n. 281, 2011. p. 48-52.

MARIMON, B. S.; LENZA, E. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011.

MARIMON-JUNIOR, B. H.; PETTER, F. A.; ANDRADE, F.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; SCHOSSLER, T. R.; GONCALVES, L. G. V.; BELÉM, R. S. Produção de mudas de

jiló em substrato condicionado com Biochar. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 2, p. 108-114, 2012

MARTINI, A.J. **O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade**. 2004. 320p. Dissertação (Mestrado em História Social) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MATIAS, G.C.S.; COMETTI, N.N.; GÓMEZ, G.P.; ROCHA, J. Avaliação de substratos comerciais para a produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, 1999.

MORA, A.L., GARCIA, C.H. **A cultura o eucalipto no Brasil**. São Paulo, 2000, SBS, 112 p.

MOREIRA, M. A.; DANTAS, F. M.; BIANCHINI, F. G.; VIÉGAS, P. R. A. Produção de mudas de berinjela com uso de pó de coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n.2, 2010. p. 163-170.

MOURA, V. P. G.; GUIMARÃES, D.P. **Produção de mudas de Eucaliptus para o estabelecimento de plantios florestais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos, 2003. 9p. (Embrapa CENARGEN, DF. Comunicado Técnico, 85)

NÓBREGA, I. P. C. Efeitos do Biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: Sequestro de carbono no solo. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 2011. **Dissertação de mestrado**. 46p.

NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; REIS, A.; FERRARI, D.L. Características de mudas de *Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake, submetidas a diferentes composições de substrato-fase de viveiro. **INSULA Revista de Botânica**, Florianópolis, v. 14, p. 139, jan. 1984. ISSN 2178-4574.

NOVOTNY, E. H., HAYES, M. H. B.; MADARI, B. E.; BONAGAMBA, T. J.; AZEVEDO, E. R. de; SOUZA, A. A. de; SONG, G.; NOGUEIRA, C. M.; MANGRICH, A. S. **Lessons from the Terra Preta de Índios of the Amazon Region for the utilization of Charcoal for Soil Amendment**. Journal of the Brazilian Chemical Society, Campinas, v. 20, n. 6, p. 1003-1010, 2009.

PEDRA, W. N.; MARINO, R. H. Cultivo Axênico de *Pleurotus* spp. em serragem da casca de coco (*Cocos nucifera* Linn.) suplementada com farelo de arroz e/ou trigo. **Arq. Inst. Biol.** v. 73, n. 2, p. 219-225, abril/junho. São Paulo - SP, 2006.

PETTER, F. A.; MARIMON JUNIOR, B. H.; ANDRADE, F. R.; SHOSSLER, T. R.; GONÇALVES, L. G.; MARIMON, B. S. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de alface. **Dourados**, v.5, n.17, p.243-250, 2012.

PETTER, Fabiano André et al. BIOCHAR COMO CONDICIONADOR DE SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 44-51, 2012.

REIS, C. A. F. ; ASSIS, T. F. ; SANTOS, A. M. ; PALUDZYSZYN FILHO, E. **Corymbia citriodora: Estado da Arte de Pesquisas no Brasil**. Colombo/PR: Embrapa Florestas, 2013 (Série Documentos Embrapa Florestas).

REIS, C. A. F. ; ASSIS, T. F. ; SANTOS, A. M. ; PALUDZYSZYN FILHO, E. **Corymbia torelliana: Estado da Arte de Pesquisas no Brasil**. Colombo/PR: Embrapa Florestas, 2014 (Série Documentos Embrapa Florestas).

REZENDE, E. I.; ANGELO, L. C.; SANTOS, S. S.; MANGRICH, A. S. Biocarvão (Biochar) e Sequestro de Carbono. **Revista Virtual de Química**. 2011. v.3 , n.5 , 2011. p. 426-433.

ROSSA, U.B.; TRICHES, G.P.; GROSSI, F.; NOGUEIRA, A.C.; REISSMANN, C.B.;

RAMOS, M.R. Germinação de sementes e qualidade de mudas de *Plinia trunciflora* (jabuticabeira) em função de diferentes tratamentos pré-germinativos. **Floresta**, v.40, n.2, p.371-378, 2010.

SANTOS, A. C. V. **Produção de mudas Florestais**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008. Manual Técnico, 06, 20 f.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M. & MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.1-15. 2000.

SCHORN, L. A.; FORMENTO, S. **Silvicultura II: Produção de mudas florestais**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2003. 58p.

SHUMACHER, M.R.; CALIL, F.N.; VOGEL, H.L.M. **Silvicultura Aplicada**. Santa Maria, RS: UFSM, 2005. 120p.

SILVA, A. S. et al. Qualidade de mudas de Eucalipto tratadas com Extrato Pirolenhoso. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 19-26, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (SBS). **Fatos e números do Brasil florestal**. 2006. 106p

SOLAIMAN, Z.M.; MURPHY, D. V.; ABBO, L. K. (2012). Biochars influence seed germination and early growth of seedlings. **Plant and Soil**. An International Journal on Plant-Soil. Relationships. ISSN 0032-079X. Volume 353. Combined 1-2.

SOUCHIE, F. F.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; PETTER, F. A.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; LENZA, E. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011

TRAZZI, P.A., Uso do biocarvão na produção de mudas e no crescimento inicial de *Pinus taeda* L. / Paulo André Trazzi. - 2014 117f.: il. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal do Paraná.

VIEIRA N. D. **Estudo da pirólise de lodo sanitário visando, sua valorização energética**. 2012. 195p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2012.

VIEIRA, C.R. e WEBER O.L.S. Produção de Mudanças de Eucalipto em Diferentes Composições de Substratos. **REA – Revista de estudos ambientais** (Online), Blumenau, v.18, n. 2, p.25-34, 2016.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. Piracicaba: ESALq/USP, 2003. 30 p. (Documentos florestais,17).

WILCKEN, C. F. et al. **Guia prático de manejo de plantações de eucalipto**. Botucatu: FEPAF, 2008. 25 p

ZENID, G. J..**Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo: IPT, 2009. 99 p.: 5e