



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

ARIOVALDO MACHADO FONSECA JUNIOR

**INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E INOCULAÇÃO MICORRIZICA NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE *Colubrina glandulosa***

Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

ARIOVALDO MACHADO FONSECA JUNIOR

**INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E INOCULAÇÃO MICORRIZICA NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE *Colubrina glandulosa***

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA

Orientador

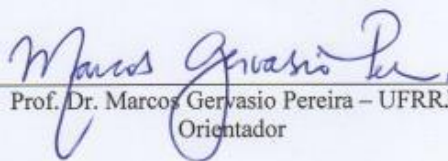
SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2017

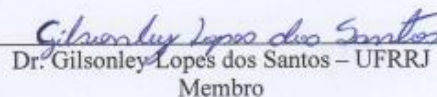
INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E INOCULAÇÃO MICORRIZICA NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE *Colubrina glandulosa*

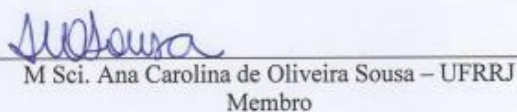
ARIOVALDO MACHADO FONSECA JUNIOR

Monografia aprovada em 28 de novembro de 2017.

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Marcos Gervasio Pereira – UFRRJ
Orientador


Dr. Gilsonley Lopes dos Santos – UFRRJ
Membro


M. Sci. Ana Carolina de Oliveira Sousa – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus
e a toda minha família em especial a memória de minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por sua presença em todos os momentos de minha vida.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro onde tive oportunidade de crescer como pessoa, tendo aqui vivido anos incríveis de minha vida.

Ao professor Marcos Gervasio Pereira por sua orientação e amizade aos longos desses últimos anos de graduação, que fez toda diferença na minha formação.

Aos funcionários do Viveiro Florestal Luiz Fernando Oliveira Capellão da UFRRJ, em especial ao Sebastião Corrêa da Costa, por toda ajuda e amizade durante toda minha graduação.

Aos grandes amigos da turma de Engenharia Florestal de 2010-2, onde não pude ter tido pessoas melhores para iniciar essa caminhada, não destaco ninguém pois todos tiveram grande importância para mim.

Aos *bixos* da turma de 2012-2 minha segunda turma que estiveram comigo no final dessa jornada.

Aos amigos de alojamento, especialmente todos os moradores que passaram pelo M6 3^o andar durante minha estada aqui.

Aos colegas do laboratório de Gênese e Classificação de Solos principalmente Gilsonley, Ana, Victória, Shirley, Sidnei (Paraná), Camila, Celeste e Rayssa.

A todos meus grandes amigos de Lambari-MG que mesmo longe sempre torceram por mim, em especial Silvana, Gustavo, Carlos, Milena, Sirlene, Josi, Rosana e Alessandra.

A Amanda Arantes pela amizade e exemplo de dedicação e esforço dado a todos seus amigos.

Aos amigos da Rural, Pedro Lima, Jose Antônio, Lucas Rodrigues, Werverton, Milene, Israel, Tonhão, Neto e tantos outros que sempre serão lembrados

A todos os amigos da Engenharia Florestal, onde digo melhor curso não há.

Aos amigos do programa Ciências sem Fronteiras Itália Bologna 2013, em especial a Caroline Kelm Battisti por toda amizade a mim dedicada.

RESUMO

MACHADO JÚNIOR, A. F. Influência do substrato e inoculação micorrízica na produção de mudas de *Colubrina glandulosa*. 2017, 23 f. (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

A revegetação de áreas antropizadas da Mata Atlântica pode ser realizada com o uso de mudas de espécies florestais nativas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Este estudo objetivou avaliar o efeito de diferentes substratos, na ausência/presença de inoculação com FMA, sobre o crescimento e conteúdo nutricional de *Colubrina glandulosa* Perkins. As mudas foram produzidas em tubetes, em casa de vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) e 12 repetições/tratamento. Aos 30, 65, 93 e 115 dias após a instalação do experimento, avaliou-se a altura (H) e o diâmetro do coleto (DC). Aos 115 dias, avaliou-se a massa seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), relação MSPA/MSR, taxa de colonização micorrízica da raiz (%COLRAIZ), Índice de Qualidade de mudas de Dickson (IQD) e o conteúdo de nutrientes (N, P, K) na parte aérea e raiz. No T2 (80% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + FMA), foram quantificados maiores conteúdos de N (parte aérea e raiz) e P (parte aérea). O tratamento T8 foi o mais recomendado para a produção de mudas da espécie estudada.

Palavras-chave: fungos micorrízicos arbusculares, Mata Atlântica, áreas degradadas

ABSTRACT

MACHADO JÚNIOR, A. F. Effects of substrate and mycorrhizal inoculation on seedlings production of *Colubrina glandulosa*. 2017, 23 p. (Monography). Forests Institute. Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

Revegetation of deforested Atlantic Forest areas can be carried out with seedlings of native tree species inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). This study aimed to evaluate the effect of different substrates in the absence/presence of AMF inoculation on growth and nutritional content of *Colubrina glandulosa* Perk. Seedlings were grown in plastic pots in greenhouse. The experimental design was completely randomized with eight treatments (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) and 12 replicates/treatment. At 30, 65, 93 and 115 days after the beginning of the experiment, we evaluated the height (H) and stem diameter (SD). At 115 days, were evaluated the dry matter of shoot (DMS) and root (DMR), DMS/DMR ratio, the rate of roots mycorrhizal colonization (% COLRAIZ), Quality Index of Dickson (QID) and nutrient content (N, P, K) in the shoot and root. In T2 (80% soil of A horizon + 20% manure + AMF) higher contents of N (shoot and root) and P (shoot) were observed. The T8 treatment was the most recommended for the production of seedlings of the species studied.

Keywords: *arbuscular mycorrhizal fungi, Atlantic Forest, land reclamation.*

SUMÁRIO

	Pag.
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	02
2.1 <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.....	02
2.2 Fungos micorrizicos arbusculares na produção de mudas.....	04
2.3 Substratos na produção de mudas de espécies florestais.....	05
2.4 Restauração Florestal.....	06
3. MATERIAL E MÉTODOS	07
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5. CONCLUSÕES	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1. Tratamentos utilizados na produção de mudas de <i>Colubrina glandulosa</i> , em casa de vegetação.....	09
Tabela 2. Altura média dos tratamentos ao longo das datas de medição.....	10
Tabela 3. Diâmetro médio do coleto dos tratamentos ao longo das datas de medição.	12
Tabela 4. Valores de massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), massa de matéria seca de raiz (MSR), relação massa de matéria seca de parte aérea/raiz (MSPA/MSR), índice de qualidade de Dickson (ID).....	13
Tabela 5. Valores médios do conteúdo de nutrientes (N, P e K) na parte aérea e raiz de mudas de <i>Colubrina glandulosa</i> , aos 115 dias após a instalação do experimento, em casa de vegetação *	13

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Exemplar de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins (Município de Descalvado, São Paulo). Fonte: Lorenzi (2014).....	03
Figura 2. Detalhe anatômico da <i>Colubrina glandulosa</i>	03
Figura 3. <i>Gigaspora margarita</i> Becker.....	05
Figura 4. Coleta de amostras de terra de horizonte A de um Cambissolo Háplico no município de Pinheral-RJ.....	08
Figura 5. Preenchimento dos tubetes com substratos.....	09
Figura 6. Variação das alturas dos tratamentos em cm, durante as datas de medição...	11
Figura 7. Variação das médias dos diâmetros dos tratamentos em cm, durante as datas de medição.....	12

1. INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é considerado um *hot spot* por possuir um elevado número de espécies listadas como ameaçadas de extinção, e também por apresentar um alto índice de degradação sendo que deste bioma restam apenas 7% da sua cobertura original (INPE, 2011). O estado do Rio de Janeiro, que já teve 98% de sua área coberta por Mata Atlântica, foi submetido a uma grande degradação ao longo do tempo, sendo observado hoje apenas 20% de sua cobertura vegetal original. Tal fato deve-se a estas áreas estarem localizadas em locais montanhosos que no passado foram inadequados ao desenvolvimento de atividades agrícolas tais como a cafeicultura, pecuária de leite e corte, além da exploração florestal (Fundação SOS Mata Atlântica, 2002).

No médio Vale do Paraíba, no estado do Rio de Janeiro, se observa hoje um predomínio de áreas degradadas, com destaque as áreas de pastagem, que por muitas vezes isolam fragmentos florestais, em diferentes graus de recuperação. Esse cenário foi decorrente de ciclos de ocupação, com destaque para a cultura do café que promoveu o esgotamento da fertilidade dos solos devido à alta exploração e o manejo inadequado principalmente. Após esse período, as áreas ocupadas com café foram substituídas pela implantação de pastagens, as quais apresentam baixa produtividade (MENEZES, 2008). Neste cenário hoje no município de Pinheiral-RJ, pode se observar áreas com distintos processos erosivos, sendo estes acentuados em função da baixa cobertura florestal (COSTA et al., 2015). De fato, o uso inadequado do solo, a alta exploração dos recursos naturais, e a substituição da vegetação nativa pelas atividades agrícolas foram os fatores determinantes para o atual cenário observado na região.

Em função do exposto torna-se cada vez mais necessária uma intervenção para que se recuperem estas áreas degradadas, utilizando de conhecimentos técnicos-científicos para que sejam obtidos melhores resultados, podendo ser citado como exemplo a produção de mudas de maior vigor com uma maior capacidade de sobrevivência ao serem levadas a campo. Essas mudas podem ser produzidas através de técnicas que contribuam para uma melhor qualidade, dentre essas técnicas destaca-se a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares, que ao se associarem ao sistema radicular das plantas proporcionam um maior ganho em crescimento e no *status* nutricional, além disso, o emprego dos mesmos pode diminuir os custos de produção com a diminuição do emprego de fertilizantes.

Devido ao elevado número de espécies florestais na Mata Atlântica ainda se tem pouco conhecimento sobre quais espécies responderão bem a essa associação. Dessa forma esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes tipos de substrato e da inoculação com fungos micorrízicos, no crescimento de mudas de *Colubrina glandulosa* Perkins.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Colubrina glandulosa* Perkins

A escolha da espécie para esse estudo foi feita consultando estudos florísticos realizados na região de Pinheiral-RJ, através destes foram selecionadas espécies com potencial para inoculação micorrízica, e também que apresentassem um rápido crescimento inicial, a partir daí foi selecionada a espécie *Colubrina glandulosa* Perkins.

A espécie *Colubrina glandulosa* Perkins é também conhecida pelos nomes populares de sobrasil, sagaraji, saguaraji-vermelho (SP), sobraji, sobraju, socorujuva (SC), falso-pau-brasil, sucurujuva, saguari e socrujuva (SC) pertence à família Rhamnaceae (Figura 1). É uma planta decídua, heliófita e seletiva higrófito pouco frequente na floresta latifoliada

semidecídua da bacia do Paraná e mais comum na mata pluvial da encosta Atlântica. É rara na floresta primária sombria, preferindo as matas mais abertas (capoeirões), situadas em solos úmidos e pedregosos e planícies quarternárias (Lorenzi, 2014).

Possui árvores ou arbustos com amplitude de variação de 5 a 20m, folhas simples opostas com lâmina ovalada de margens inteiras. As flores são de cores amarelo-esverdeadas, bissexuadas e seus frutos são do tipo cápsulas loculicidas (Lima; Giuliatti, 2005; Lorenzi, 2014) (Figura 2). Quanto a sua floração, existem divergências, segundo Lima; Giuliatti (2005) esta ocorre de novembro a junho e frutificação de março a setembro, já segundo Lorenzi (2014) sua floração ocorre quase o ano todo, porém com uma maior intensidade em outubro-dezembro. Os frutos amadurecem no período de dezembro a fevereiro, sua dispersão é autocórica, principalmente barocórica, de maneira explosiva, sendo dispersa por animais.

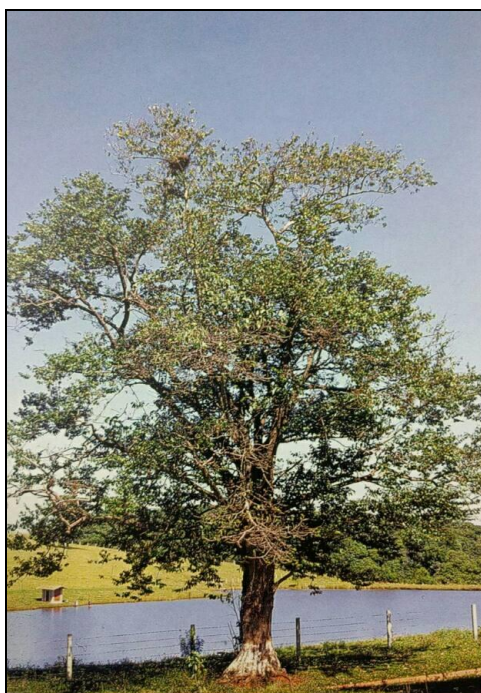


Figura 1. Exemplar de *Colubrina glandulosa* Perkins (Município de Descalvado, São Paulo).
Fonte: Lorenzi (2014).

O sobrasil está na categoria das espécies madeireiras potenciais para o centro-sul do Brasil. Apresenta crescimento monopodial e moderado, atingindo produção volumétrica de até 12,90 m³/há ano, aos sete anos de idade. Sua madeira altamente nobre de uso muito tradicional no setor madeireiro, pesada com uma densidade de 0,92 g/cm³, textura média, dura, bastante resistente ao apodrecimento, muito tradicional no setor madeireiro destinada a aplicações nobres como movelaria, carpintaria em geral, indústria naval, piso e assoalhos, construção civil e obras hidráulicas (Souza, 2008; Lorenzi, 2014).



Figura 2. Detalhe anatômico da *Colubrina glandulosa* Perkins.
Fonte: w.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=1500

2.2 Fungos micorrizicos arbusculares na produção de mudas

Produzir mudas de boa qualidade é um quesito muito importante para restauração florestal e recuperação de áreas degradadas, nesse processo a utilização de recursos oferecidos pela natureza tais como os fungos micorrizicos arbusculares (FMA) (Figura 3), vem em auxílio a obtenção de resultados satisfatórios.

A associação de raízes das plantas com fungos do solo do filo Glomeromycota é denominada micorrizas arbusculares (MA), essa associação é muito ampla que cerca de 80% das plantas do planeta podem formar micorrizas, sendo uma associação cosmopolita reconhecida como importante e integral dos ecossistemas naturais de todo o mundo (Soares et al., 2012).

A inoculação de FMAs em mudas pode favorecer diversos fatores, mas principalmente o desenvolvimento da mesma, possibilitando a formação de mudas de melhor qualidade que terão maior sucesso no processo de sucessão da vegetação. A inoculação de fungos micorrizicos na produção de mudas é bastante conhecida, porém mais estudos devem ser realizados para avaliação das mudas após a fase transplântio. Com relação as espécies nativas espera-se que além da inoculação de fungos micorrizicos que a existência de propágulos fúngicos e a fertilidade do solo onde estas serão plantadas as mudas tenha grande influência no seu desenvolvimento (Pouyú-Rojas e Siqueira, 2000)

Recentes trabalhos desenvolvidos com fungos micorrizicos arbusculares (Oliveira Júnior et al., 2017), comprovaram a eficiência da combinação das seguintes espécies *Rhizophagus clarum* Becker & Gerdemann, *Gigaspora margarita* Becker & Hall e *Dentiscutata heterogama* (Nicol & Gerd) Walker & Sanders, quando comparadas entre si, individualmente e sem a presença dessas espécies de fungos no desenvolvimento da espécie nativa *Apuleia leocarpa*.



Figura 3. *Gigaspora margarita* Becker

Fonte: https://www.researchgate.net/figure/242085592_fig7_Figure-8-Gigaspora-margarita-Becker-Hall-200

2.3 Substratos na produção de mudas de espécies florestais

Os substratos são composições que buscam imitar as características do solo original e também suprir as necessidades nutricionais iniciais das mudas florestais a serem produzidos, diversos estudos levaram em consideração diferentes substratos e sua influencias no desenvolvimento inicial das mudas, a seguir serão apresentados os resultados de alguns estudos desenvolvidos com a finalidade de ser obter maior conhecimento sobre a utilização dos mesmos.

Avaliando diferentes substratos Souza et al. (2009), comprovaram que o substrato a base de esterco bovino foi o que apresentou a melhor resposta para produção de mudas *Schinus terebinthifolius* Raddi, sendo que o mesmo proporcionou ganhos significativos de altura, diâmetro, massa seca da parte aérea e de raiz e o teor de N, P, K em comparação a outro substrato sem a presença de esterco bovino.

Em seu estudo sobre a caracterização morfológica dos ramos, sementes e plântulas de *Matayba guianensis* Aubl. e a produção de mudas em diferentes recipientes e substratos Bao et al. (2014), verificaram que a maior porcentagem de emergência ocorreu no recipiente isopor com 91% das sementes germinadas em substrato comercial, seguida de fibra de coco (88%). O desenvolvimento da raiz e do caule foi maior em tubete e em saco plástico, utilizando-se substrato comercial ou fibra de coco.

Em outro estudo comparativo Bartolini et al. (2012), verificaram que mudas de *Gleditschia amorphoides* Taub produzidas com 50 % de Plantmax® + 20 % de casca de arroz carbonizada + 30 % esterco bovino apresentaram maior diâmetro (4,5 mm) e altura das mudas (22,7 cm), assim como maior massa seca da raiz e da parte aérea (0,88 e 1,62 g, respectivamente), seguido de mudas produzidas em 50 % Plantmax® + 20 % de casca de arroz carbonizada + 20 % esterco bovino + 10 % de resíduo de folhas com 4,0 mm e 19,7 cm, para diâmetro e altura, respectivamente. Nas condições deste experimento as mudas de *Gleditschia amorphoides* Taub, produzidas com 50 % de Plantmax® + 20 % de casca de arroz carbonizada + 30 % esterco bovino, apresentaram maior crescimento.

2.4 Restauração Florestal

A restauração florestal tem como objetivo promover a recuperação de uma área degradada, a fim de garantir que sua dinâmica original seja recuperada e seus atributos físicos, químicos e biológicos sejam os mais próximos do que existia antes da degradação da área. Dentro da restauração diversos estudos são realizados a fim de conhecer este processo, que pode vir a ocorrer de maneira natural, ou através de ações antrópicas. Dentre essas ações antrópicas pode-se destacar o plantio de espécies inoculadas com o emprego de fungos micorrízicos.

A restauração florestal consiste no restabelecimento de um ecossistema modificado ou destruído, a fim de utilizar um conjunto de práticas e técnicas científicas para garantir a perenidade do patrimônio natural, neste sentido destaca se que a área restaurada deve conter um conjunto característico de espécies que ocorrem no ecossistema fornecendo uma estrutura apropriada de comunidade (Salomão et al., 2013).

Em seu estudo sobre regeneração natural Seubert¹ et al. (2017) verificaram que com o passar do tempo as áreas abandonadas, após o plantio de *Eucalyptus grandis*, apresentaram uma maior abundância de espécies clímax em comparação com as pioneiras. Tal padrão indica que o ecossistema está mais próximo das suas características naturais originais. Já em seu estudo sobre florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizada de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires-MG Araújo et al. (2005) constataram que o fragmento estava em início de sucessão apresentando similaridade florística com um fragmento localizado em Cruzeiro-SP.

Por fim Rocha et al. (2015) ao avaliarem a influência do reflorestamento com essências nativas da Floresta Estacional Semidecidual, plantio de eucalipto e pastagem nos atributos químicos e físicos do solo de áreas degradadas, observaram que as áreas reflorestadas diferiram do fragmento florestal, porém o reflorestamento com 9 anos melhorou significativamente nesses atributos, tendendo a aproximar-se aos do fragmento florestal, mostrando que o processo de restauração é eficiente, porém demanda tempo para que as características originais sejam atingidas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As mudas de *Colubrina glandulosa* foram produzidas em casa de vegetação, entre março de 2016 a junho de 2016. A espécie tem sua ocorrência registrada em fragmentos florestais remanescentes no município de Pinheiral, RJ. É uma árvore que apresenta rápido crescimento e pode ser cultivado a pleno sol, o que propicia a formação de um ambiente mais favorável para o posterior desenvolvimento das espécies que necessitam de maior sombreamento e são importantes para o avanço sucessional (Silva et al., 2015). Desta maneira, *Colubrina glandulosa* demonstra grandes possibilidades de emprego em programas de reflorestamento, para a recuperação de áreas degradadas.

Para quebrar a dormência das sementes, em laboratório, as mesmas foram cobertas com um volume de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado correspondente ao dobro do seu volume, em becker de vidro (Brancaion et al., 2011). Após 15 minutos, o conteúdo do becker foi homogeneizado com um bastão de vidro. Transcorridos mais 30 minutos, no total de 45, as sementes foram retiradas e lavadas sob água corrente, por 10 minutos. Em seguida, foram secas ao ar sobre papel-toalha, em bancada de laboratório.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com 12 repetições (mudas) por tratamento, totalizando 96 plantas e oito tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos utilizados na produção de mudas de *Colubrina glandulosa*, em casa de vegetação.

Tratamento	Esterco Bovino (%)	Terra de horizonte A (%)	Areia (%)	Vermeiculita (%)	FMA(%)
T1	20	80	-	-	-
T2	20	80	-	-	SIM
T3	20	60	20	-	-
T4	20	60	20	-	SIM
T5	20	60	-	20	-
T6	20	60	-	20	SIM
T7	20	60	10	10	-
T8	20	60	10	10	SIM

Os tratamentos se diferenciaram entre si com relação à proporção dos componentes misturados (terra de horizonte A, areia e vermiculita), com base no volume, e na ausência/presença (-/+) de inoculação com FMA. Contudo, a fonte de matéria orgânica selecionada – esterco bovino de curral curtido – fez parte da constituição de todos os tratamentos, com a mesma participação percentual (20%). A terra de horizonte A foi coletada na camada superficial (0-20 cm) de um Cambissolo Háplico no município de Pinheral-RJ (Figura 4).



Figura 4. Coleta de amostras de terra de horizonte A de um Cambissolo Háplico no município de Pinheral-RJ.

Posteriormente, quatro sementes foram colocadas em tubetes plásticos (capacidade volumétrica de 280 mL) e cobertas com uma fina camada do respectivo substrato (Souza et al., 2009) (Figura 5). Nos tratamentos com micorrização, aplicou-se 1 grama do inóculo micorrízico, no momento da semeadura. O inóculo constitui-se de solo contendo uma combinação de aproximadamente 50 esporos de três espécies diferentes de FMA: *Rhizophagus clarum* Becker & Gerdemann, *Gigaspora margarita* Becker & Hall e *Denticutata heterogama* (Nicol & Gerd) Walker & Sanders. Quando as plântulas

apresentaram um par de folhas definitivas, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta mais vigorosa por tubete. (Souza et al., 2009).



Figura 5. Preenchimento dos tubetes com substratos.

Foram avaliadas as variáveis altura (H) e diâmetro do coleto (DC) durante a condução do experimento utilizando-se de régua milimetrada e paquímetro digital, em quatro diferentes datas, sendo: 30, 65, 93 e 115 dias, após a instalação (datas 1, 2, 3 e 4, respectivamente), sendo na 4ª avaliação foi realizada a coleta das mudas e fracionadas em parte aérea e raiz.

Foi realizada a avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca da raiz (MSR), após o material passar por secagem em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65° C, durante 48 horas, e feita pesagem em balança analítica de duas casas decimais. Com a obtenção desses dados, realizou-se o cálculo da relação MSPA/MSR. O índice de qualidade de mudas de Dickson, que varia de 0 a 1, foi estimado a partir da equação: $IQD = (MST / (H / DC) + (MSPA / MSR))$, em que MST = massa de matéria seca total das mudas. Após esta etapa, o material foi moído e alíquotas foram submetidas à digestão sulfúrica (Tedesco et al., 1995), para se quantificar os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). A partir do produto dos dados de massa seca e teor nutricional, calculou-se o conteúdo dos nutrientes na parte aérea e na raiz.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste paramétrico LSD ($p < 0,05$), quando foi respeitada a premissa de homogeneidade das variâncias. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa BioEstat, versão 5.3 (Instituto Mamirauá, Belém).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados em relação à altura (Tabela 2), durante as datas das avaliações percebe-se resultados mais expressivos dos tratamentos inoculados em comparação aos demais. Verifica-se também que os tratamentos T7 e T8 em que foi empregado o substrato cuja composição foi 10% vermiculita, 10% areia, 20% esterco bovino e 60% de terra de horizonte A, atingiram maiores alturas em comparação aos demais, isso pode se explicar pois os mesmos forneceram melhores condições ao sistema radicular com relação a aeração, pois o material encontrava-se menos compactado. Esse padrão também pode ser observado através da análise da Figura 6.

Tabela 2. Altura média dos tratamentos ao longo das datas de medição

Trat	H (cm)				P.A.*
	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	
T1	5,00 B	6,23 B	7,28 B	8,58 B	71,60
T2	8,11 AB	9,33 AB	9,91 AB	10,51 AB	29,59
T3	6,30 AB	7,80 AB	8,53 AB	9,40 AB	49,21
T4	6,92 AB	8,07 AB	8,68 AB	9,75 AB	40,90
T5	7,61 AB	8,97 AB	9,48 AB	10,09 AB	32,59
T6	7,70 AB	9,28 AB	10,43 A	11,67 A	51,56
T7	8,93 A	9,98 A	10,66 A	11,84 A	32,59
T8	9,18 A	10,30 A	10,93 A	11,94 A	30,07

*Valores obtidos a partir da média de 12 réplicas/tratamento. Valores seguidos de letras diferentes, na coluna, indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste paramétrico LSD ou não-paramétrico ($p < 0,05$). T1: 20% esterco bovino + 80% terra horizonte A; T2: 20% esterco bovino + 80% terra horizonte A + FMA; T3: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% areia; T4: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% areia + FMA; T5: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% vermiculita; T6: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% vermiculita + FMA; T7: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 10% areia + 10% vermiculita; T8: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 10% areia + 10% vermiculita + FMA. *(P.A.) Percentual de aumento da data inicial a final.

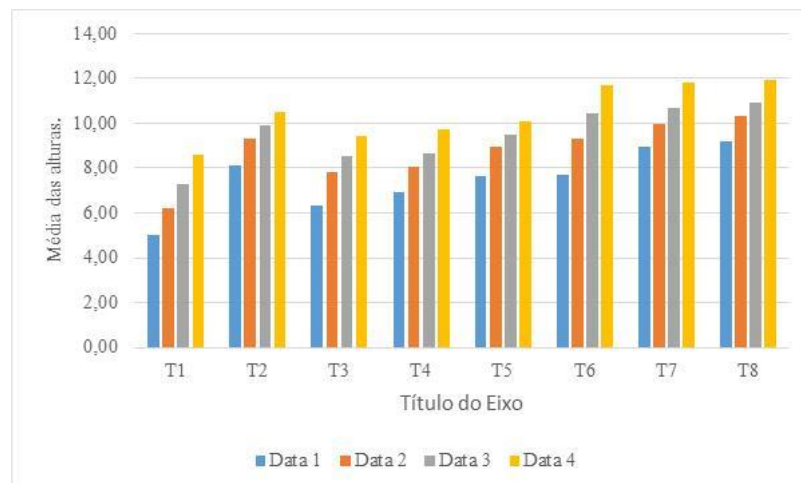


Figura 6. Variação das alturas dos tratamentos em cm, durante as datas de medição.

Verifica-se que mesmo tendo atingindo menores valores de altura (cm) o tratamento T1, apresentou um maior percentual de aumento, seguindo pelos tratamentos T6 e T3, isso pode ser atribuído ao substrato do tratamento T1 estar um pouco mais compactado o que dificultou o desenvolvimento inicial da radícula e folículo primário nas primeiras semanas do experimento.

Quanto ao diâmetro do coleto (Tabela 3), verificam-se resultados similares aos de altura, se comparados entre si. Sendo os resultados mais expressivos dos tratamentos inoculados em comparação aos demais, porém percebe-se que além dos tratamentos T7 e T8 os tratamentos T5 e T6 também apresentaram maiores valores médios, o que também se explica por serem tratamentos com maior aeração devido a porcentagem de vermiculita em seu substrato. Os FMA promovem o incremento em altura, diâmetro e massa seca de mudas de espécies florestais produzidas em casa de vegetação (Lima et al., 2015). Este fato é decorrente de benefícios nutricionais proporcionados pelos FMA às plantas, com o aumento

do volume de solo explorado pelo sistema radicular das plantas micorrizadas (Schiavo et al., 2009).

Tabela 3. Diâmetro médio do coleto dos tratamentos ao longo das datas de medição.

Trat	DC (mm)				PA*
	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	
T1	1,46 B	2,01 B	2,22 E	2,99 C	104,79
T2	2,13 AB	2,54 AB	2,96 ABC	3,27 BC	53,52
T3	1,84 AB	2,20 B	2,71 BCDE	3,09 C	67,93
T4	1,72 AB	2,15 B	2,49 CDE	3,04 C	76,74
T5	2,17 AB	2,89 A	3,49 A	3,84 A	76,96
T6	2,12 AB	2,92 A	3,24 AB	3,95 A	86,32
T7	2,40 AB	2,83 A	3,13 ABC	3,55 AB	47,92
T8	2,48 A	2,96 A	3,34 AB	3,87 A	56,05

*Valores obtidos a partir da média de 12 réplicas/tratamento. Valores seguidos de letras diferentes, na coluna, indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste paramétrico LSD ou não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). T1: 20% esterco bovino + 80% terra horizonte A; T2: 20% esterco bovino + 80% terra horizonte A + FMA; T3: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% areia; T4: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% areia + FMA; T5: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% vermiculita; T6: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% vermiculita + FMA; T7: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 10% areia + 10% vermiculita; T8: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 10% areia + 10% vermiculita + FMA. *PA. Percentual de aumento

Verificou-se também que o tratamento T1, também alcançou uma maior amplitude de variação, praticamente dobrando o valor médio de seu diâmetro da primeira para a última medição.

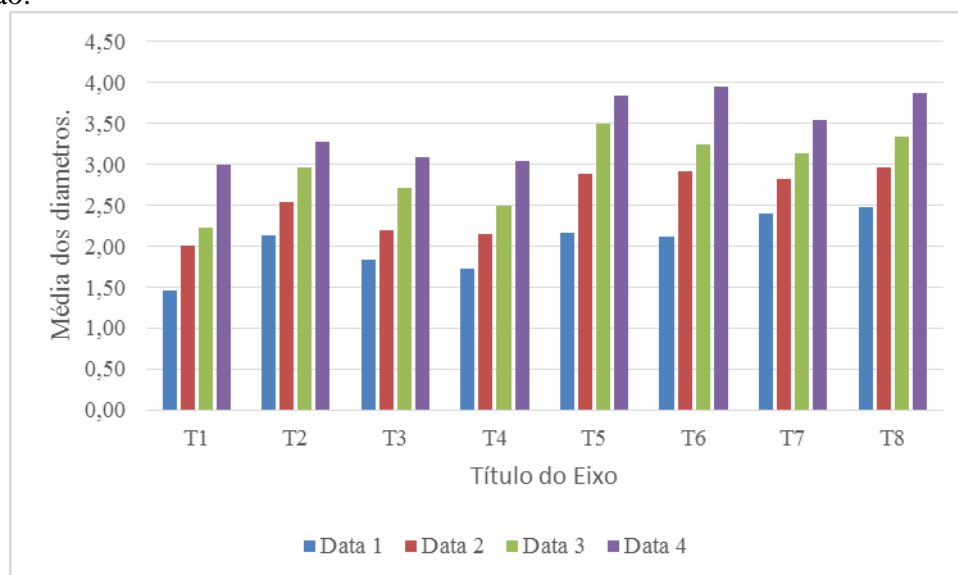


Figura 7. Variação das médias dos diâmetros dos tratamentos em cm, durante as datas de medição.

Com relação as massas obtidas (massa seca da parte aérea e massa seca da raiz) os melhores resultados foram observados nos tratamentos com os substratos como maior aeração (Tabela 4), sendo os tratamentos T1 e T4 aqueles nos quais quantificaram-se os menores valores. A importância da presença conjugada de areia e vermiculita na composição do

substrato deve-se as condições mais equilibradas de aeração e retenção de umidade. A areia aumenta a aeração do substrato, que é primordial para os FMA, uma vez que tais microrganismos são aeróbicos (Gomide et al., 2014). Observou-se também que os tratamentos que receberam fungos em geral apresentaram melhor desempenho em comparação com aqueles que não foram inoculados, confirmando assim mais uma vez a eficiência dos fungos micorrizicos arbusculares na produção de mudas arbóreas.

Tabela 4. Valores de massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), massa de matéria seca de raiz (MSR), relação massa de matéria seca de parte aérea/raiz (MSPA/MSR), índice de qualidade de Dickson (ID)

Trat	MSPA ------(g)-----	MSR	MSPA/MSR	ID
T1	0,94 C	0,41 D	2,56 A	0,26 C
T2	1,07 BC	0,52 D	2,09 AB	0,30 C
T3	1,19 ABC	0,60 CD	2,40 A	0,36 BC
T4	0,90 C	0,35 D	2,41 A	0,21 C
T5	1,20 AB	0,90 AB	1,40 CD	0,52 A
T6	1,50 A	0,83 BC	1,76 BC	0,47 AB
T7	1,24 AB	0,99 AB	1,29 D	0,49 A
T8	1,44 A	1,21 A	1,41 CD	0,53 A

*Valores obtidos a partir da média de 12 réplicas/tratamento. Valores seguidos de letras diferentes, na coluna, indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste paramétrico LSD ou não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). T1: 20% esterco bovino + 80% terra horizonte A; T2: 20% esterco bovino + 80% terra horizonte A + FMA; T3: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% areia; T4: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% areia + FMA; T5: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% vermiculita; T6: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% vermiculita + FMA; T7: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 10% areia + 10% vermiculita; T8: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 10% areia + 10% vermiculita + FMA.

Quanto ao índice de Dickson, também verificou-se que os tratamentos com substrato com maior aeração, T8; T7 e T5 apresentaram maiores valores, o que indica uma melhor qualidade das mudas.

Através da digestão sulfúrica foram quantificados os teores de N, P e K de parte aérea e raiz (Tabela 5) obtendo-se os seguintes resultados: para o nitrogênio os valores variam entre 0,13 e 0,27 g kg⁻¹ para raiz e entre 0,20 e 0,43 g kg⁻¹ para parte aérea, sendo os maiores valores verificados na parte aérea de T2, e os maiores valores na raiz nos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Com relação aos valores de P, estes apresentaram uma variação de 0,02 a 0,05g kg⁻¹ para raiz e de 0,03 a 0,04 g kg⁻¹ para parte aérea, sendo os maiores valores observados na parte aérea dos tratamentos T2, T3, T4, que não apresentaram diferenças significativas entre si, já para a raiz os maiores valores foram quantificados nos tratamentos T5, T6, T7, T8. Por fim quanto aos valores de K, estes variaram de 0,06 a 0,08 g kg⁻¹ na parte aérea, e de 0,09 a 0,36 g kg⁻¹ no sistema radicular. Os maiores valores de K foram verificados no sistema radicular, de maneira geral os maiores valores para raiz e parte aérea foram verificados para os tratamentos T7 e T8.

O conjunto de dados obtidos sugeriu que os tratamentos que proporcionaram efeitos superiores e, portanto, mais desejáveis, foram T2 e T8. O primeiro tratamento (T2) foi responsável por elevados conteúdos de N na parte aérea e na raiz, além de elevado conteúdo de P na parte aérea. Por outro lado, as plantas produzidas em T8 responderam com maiores

conteúdos de K na parte aérea e na raiz, e de P, na raiz. Desta maneira, estes dois tratamentos são os mais recomendados para a produção de mudas de *Colubrina glandulosa*, em condições de casa de vegetação. Em contrapartida, os tratamentos T3, T4 e T7 seriam os menos indicados. Nos dois primeiros, os conteúdos de K (parte aérea e raiz) e de P (raiz) foram baixos, sendo que no T7, as plantas apresentaram baixos conteúdos de N (parte aérea e raiz) e de P (parte aérea).

Verifica-se a importância dos FMA para a nutrição das plantas de *Colubrina glandulosa*. Este padrão também foi verificado para mudas de *Acacia mangium* Willd. e *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. que, quando inoculadas com FMA em condições de casa de vegetação, também apresentaram incrementos nos conteúdos na parte aérea de N e P, além de Zn, na comparação com as mudas que não receberam o inóculo (Schiavo *et al.*, 2009).

Tabela 5. Valores médios do conteúdo de nutrientes (N, P e K) na parte aérea e raiz de mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 115 dias após a instalação do experimento, em casa de vegetação*.

Trat	Parte aérea			Raiz		
	N	P	K	N	P	K
	g kg ⁻¹					
T1	0,34 BC	0,04 AB	0,08 AB	0,27 A	0,02 B	0,11 D
T2	0,43 A	0,04 A	0,08 AB	0,26 A	0,02 B	0,10 D
T3	0,40 AB	0,04 A	0,06 C	0,26 A	0,02 B	0,09 D
T4	0,35 BC	0,04 A	0,07 C	0,25 A	0,02 B	0,09 D
T5	0,23 DE	0,03 AB	0,08 AB	0,17 B	0,04 A	0,19 C
T6	0,28 CD	0,03 B	0,07 BC	0,18 B	0,04 A	0,28 B
T7	0,21 E	0,03 B	0,08 A	0,13 B	0,04 A	0,29 AB
T8	0,20 E	0,03 B	0,08 A	0,15 B	0,05 A	0,36 A

*Valores obtidos a partir da média de 12 réplicas/tratamento. Valores seguidos de letras diferentes, na coluna, indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste paramétrico LSD ou não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). T1: 20% esterco bovino + 80% terra horizonte A; T2: 20% esterco bovino + 80% terra horizonte A + FMA; T3: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% areia; T4: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% areia + FMA; T5: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% vermiculita; T6: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 20% vermiculita + FMA; T7: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 10% areia + 10% vermiculita; T8: 20% esterco bovino + 60% terra horizonte A + 10% areia + 10% vermiculita + FMA.

5. CONCLUSÕES

O tratamento T8 (60% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + 10% areia + 10% vermiculita + FMA), no geral, proporcionou a produção de mudas com maiores valores de índice de qualidade de Dickson, altura, diâmetro, massa seca de parte aérea e de raiz, além de elevados conteúdos de K (parte aérea e raiz) e P (raiz) e no T2 (80% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + FMA), foram elevados os conteúdos de N (parte aérea e raiz) e P (parte aérea).

Os tratamentos T3, T4 e T7 foram os menos indicados. Nos dois primeiros, os conteúdos de K (parte aérea e raiz) e de P (raiz) foram baixos, enquanto no T7, as plantas apresentaram baixos conteúdos de N (parte aérea e raiz) e de P (parte aérea).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, F. S.; Martins, S. V.; NETO, J. A. A. M.; LANI, J.L.; Pires, I. E. Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.983-992, 2005
- BAO, F.; LIMA, L. B.; LUZ, P. B. Caracterização morfológica do ramo, sementes e plântulas de *Matayba guianensis* aubl. e produção de mudas em diferentes recipientes e substratos, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.1, p.63-71, 2014.
- BORTOLINI, M. F.; KOEHLER, H. S.; RIBAS, K. C. Z.; FORTES, A. M. T. Crescimento de mudas de *Gleditschia amorphoides* Taub. produzidas em diferentes substratos, **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, jan.-mar., 2012.
- BRANCALION, P. H. S.; MONDO, V. H. V.; COELHO, A. D. L. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk. - Rhamnaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 119 - 124, 2011.
- COSTA, C. O.; ALVES, M. C.; SOUSA, A. P.; SILVA, H. R. Propriedades químicas dos solos de uma sub-bacia hidrográfica sob processo de degradação ambiental. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 9, n. 2, p.37-50, 2015.
- CNCFlora. *Colubrina glandulosa* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Colubrina glandulosa](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Colubrina_glandulosa)>. Acesso em 12 novembro 2017.
- Fundação SOS Mata Atlântica. 2002. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1995-2000**. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- GOMIDE, P. H. O.; SILVA, M. L. N.; SOARES, C. R. F. S.; CARDOSO, E. V.; CARVALHO, F.; LELA, P. L.; MARQUES, R. M.; STÜRMER, S. L. Arbuscular mycorrhizal fungi in vegetation types in the Pantanal of Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p. 1114 - 1127, 2014.
- INPE – Instituto Nacional Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008-2010**. Relatório parcial. São Paulo. 122p, 2011.
- LIMA, R.B.D.; GIULIETTI, A.M. Rhamnaceae. 2005. 331-342 p
- LIMA, K. B.; RITER NETTO, A. F.; MARTINS, M. A.; FREITAS, M. S. M. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fenóis totais de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata*) inoculadas com fungos micorrízicos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 853 - 862, 2015.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 6.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. v.6. 322p.

MENEZES, C. E. G. **Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral-RJ**. 2008. 175 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

ROJAS, E. P.; SIQUEIRA, J. O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.103-114, jan. 2000

ROCHA, J. H. T.; SANTOS, A. J. M.; DIOGO, F. A.; BACKES, C.; MELO, A. G. C.; BORELLI, K.; GODINHO, T. O. Reflorestamento e Recuperação de Atributos Químicos e Físicos do Solo, **Floresta e Ambiente** 2015; 22(3): 299-306

SALOMÃO, R. P.; SANTANA, A. C.; JÚNIOR, S. B. Seleção de espécies da floresta ombrófila densa e indicação da densidade de plantio na restauração florestal de áreas degradadas na Amazônia, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 139-151, jan.-mar., 2013

SOARES, A. C. F.; SOUSA, C. S.; GARRIDO, M. S.; LIMA, F. S.; Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição de mudas de Jenipapeiro, **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 47-54, jan-mar, 2012

SOUZA, R. C.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, R. G.; SILVA, E. M. R.; MENEZES, L. F. T. Produção de mudas micorrizadas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. em diferentes substratos. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 197 - 206, 2009.

SOUSA, T.G.D. Estudo da viabilidade técnica da implantação de uma empresa de elaboração de projetos na área de preservação ambiental e uso sustentável da madeira de lei em Brasília - DF, UPIS, Planaltina, DF, UPIS - Faculdades Integradas, 2008.

SEUBERT, R. C.; MAÇANEIRO, J. P.; SCHORN, L. A.; SEBOLD, D. C. Regeneração natural em diferentes períodos de abandono de áreas após extração de *Eucalyptus Grandis* hill ex maiden, em argissolo vermelho-amarelo álico, em brusque, Santa Catarina, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 1-19, jan.-mar., 2017

SILVA, K. A.; MARTINS, S. V.; MIRADA NETO, A.; CAMPOS, W. H. Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 811 - 820, 2015

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A.; RODRIGUES, L. A. Avaliação nutricional de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis* inoculadas com fungos micorrízicos, em casa-de-vegetação e em cava de extração de argila. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 701 - 707, 2009.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2 ed. 1995, 147 p. (Boletim técnico, 5).