

# PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Colubrina glandulosa* DESTINADAS À RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Ana Carolina Sousa<sup>1</sup>; Ariovaldo Machado Fonseca Júnior<sup>2</sup>; Marcos Gervasio Pereira<sup>3</sup>; Rodrigo Camara de Souza<sup>4</sup>; Joel Quintino de Oliveira Júnior<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Florestal, Mestre em Ciências Ambientais e Florestais, Bolsista DTI-B/CNPq, Laboratório de Gênese e Classificação do Solo, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ), Rodovia BR 465 km 7, Seropédica, RJ. CEP 23890-000 (acos.florestal@gmail.com); <sup>2</sup> Acadêmico de Engenharia Florestal, Bolsista PIBIC/CNPq, UFRRJ (arijunior@ufrj.br); <sup>3</sup> Professor Associado IV, Departamento de Solos, UFRRJ, Bolsista 1C do CNPq e Cientista do Nosso Estado da FAPERJ (mgervasiopereira01@gmail.com); <sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr em Ecologia e Recursos Naturais, Pós-doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais (PPGCAF), UFRRJ (rcamara73@gmail.com). <sup>5</sup> Doutorando do PPGCAF, UFRRJ (joelquintino@yahoo.com.br)

APRESENTADO NO IV CBRA - CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL – 19 A 21 DE OUTUBRO DE 2016, RIO DE JANEIRO/RJ

**Resumo:** Estudos de produção de mudas de espécies florestais são necessários para a revegetação e recuperação de áreas de Mata Atlântica desmatadas. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes tipos de substrato e a inoculação com fungos micorrízicos, no crescimento de mudas de *Colubrina glandulosa* Perk. produzidas em tubetes, em casa de vegetação, para a recuperação de áreas degradadas de Mata Atlântica. Foram testados oito substratos com composição diferente, na ausência/presença (-/+) de inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA): T1 (80% terra de horizonte A + 20% esterco bovino – FMA); T2 (80% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + FMA); T3 (60% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + 20% areia – FMA); T4 (60% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + 20% areia + FMA); T5 (60% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + 20% vermiculita – FMA); T6 (60% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + 20% vermiculita + FMA); T7 (60% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + 10% areia + 10% vermiculita – FMA); T8 (60% terra de horizonte A + 20% esterco bovino + 10% areia + 10% vermiculita + FMA). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 12 repetições (mudas) por tratamento. Mudas com maior qualidade e maiores valores de altura, diâmetro, massa seca de parte aérea e de raiz foram produzidas no T8. A taxa de colonização micorrízica de raízes foi maior nas mudas produzidas no T4.

**Palavras chave:** fungos micorrízicos, saguaraji, teste de substrato.

## Introdução

A Mata Atlântica consiste em um *hot spot* para a conservação de biodiversidade, devido ao elevado número de espécies ameaçadas de extinção e ao fato de que sua área remanescente é de somente 7% de sua área original (INPE, 2011). No Estado do Rio de Janeiro, 98% do seu território era coberto por Mata Atlântica, considerando-se as diferentes formações florestais e ecossistemas associados (Fundação Instituto Estadual de Florestas, 2007). No entanto, atualmente apenas 20% do seu território ainda apresenta esta cobertura vegetal original, cujos grandes remanescentes se concentram em áreas montanhosas inadequadas à agropecuária (Fundação SOS Mata Atlântica, 2002). No passado, a cafeicultura, pecuária de leite e de corte, além da exploração florestal, foram as atividades responsáveis pela devastação da Mata Atlântica e perda de serviços ecossistêmicos (MATEUS et al., 2013).

No Médio Vale do Paraíba do Sul fluminense, após a decadência da cafeicultura em virtude do esgotamento dos solos, o uso da terra mais expressivo, em termos de área, tem sido a implantação de pastagens de baixa produtividade (MENEZES, 2008). Neste cenário, onde se insere o município de Pinheiral, distintos processos erosivos podem ser verificados, sobretudo nas áreas declivosas da região. De fato, o manejo inadequado dos solos é a principal causa dos processos erosivos, em bacias hidrográficas (COSTA et al., 2015).

Portanto, é necessária a intervenção para que se recupere estas áreas degradadas, o que pode ser feito por meio do plantio de mudas de espécies florestais nativas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (Colodete et al., 2014). Tais microrganismos se associam ao sistema radicular e proporcionam às plantas ganhos em crescimento e no seu *status* nutricional, o que lhes confere papel crítico na sucessão ecológica, dentro do processo de revegetação de áreas degradadas (CARNEIRO et al., 2016). Desta maneira, o emprego destes microrganismos do solo pode contribuir para desonerar os custos de produção de mudas, com a diminuição do emprego de fertilizantes químicos, na revegetação de áreas de gradadas (SANTOS et al., 2008). Contudo, dada a elevada diversidade de espécies arbóreas na Mata Atlântica, ainda são poucas as informações a respeito da produção de mudas de espécies florestais nativas micorrizadas.

Este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes tipos de substrato e a inoculação com fungos micorrízicos, no crescimento de mudas de *Colubrina glandulosa* Perk., para a recuperação de áreas degradadas de Mata Atlântica.

## Material e Métodos

As mudas de *Colubrina glandulosa* Perk.A. foram produzidas em casa de vegetação do Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ. Esta espécie, que é popularmente conhecida como saguaraji, pertence à família Rhamnaceae, é nativa de Mata Atlântica e ocorre em fragmentos florestais remanescentes no município de Pinheiral, RJ. Trata-se de uma árvore decídua, higrófila seletiva, heliófila, de fácil cultivo e muito rústica, que apresenta grandes possibilidades de reflorestamento heterogêneo para a recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2000).

A quebra da dormência das sementes seguiu as recomendações de Brancalion et al. (2011). As sementes foram cobertas com volume de ácido sulfúrico concentrado correspondente ao dobro do seu volume, em Becker de vidro. Após 15 minutos, o conteúdo do Becker foi agitado com um bastão de vidro. Transcorridos 30 minutos, as sementes foram separadas em peneira, lavadas em água corrente por 10 minutos e secaram ao ar sobre papel-toalha, em bancada de laboratório.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos (Tabela 1) e 12 repetições (mudas) por tratamento, totalizando 96 plantas. 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 inoculação das mudas com FMA (presença/ausência do inóculo). A terra de horizonte A foi coletada na camada superficial (0-20 cm) de um CAMBISSOLO HÁPLICO, localizado no *campus* da UFRRJ.

Tabela 1 - Diferentes substratos empregados para a produção de mudas de *Colubrina glandulosa*, em condições de casa de vegetação

Tratamento	Esterco bovino curtido	Terra de horizonte A	Areia	Vermiculita	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

O inóculo foi constituído de 1 grama de solo, contendo uma mistura de aproximadamente 50 esporos de três espécies diferentes de FMA: *Rhizophagus clarum* Becker & Gerdemann, *Gigaspora margarita* Becker & Hall e *Dentiscutata heterogama* (Nicol & Gerd) Walker & Sanders. Este foi aplicado nos tratamentos de micorrização, diretamente num pequeno orifício de aproximadamente 1 cm, onde foram depositadas quatro sementes, em tubetes plásticos com capacidade volumétrica de 280 mL), e cobertas com uma fina camada do respectivo substrato. 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). O experimento foi conduzido de março a junho de 2016.

As variáveis altura (H) e diâmetro do coleto (D) foram avaliadas com régua centimetrada e paquímetro digital, respectivamente, em quatro diferentes datas: aos 30, 65, 93 e 115 dias após a instalação do experimento (datas 1, 2, 3 e 4, respectivamente). Nesta última data, as mudas foram coletadas e fracionadas em parte aérea e raiz. O sistema radicular foi lavado em água destilada e o excesso de umidade foi eliminado com papel absorvente. Deste material, separou-se uma alíquota (0,5 g) de raízes finas (<1,00 mm de diâmetro) localizadas junto ao substrato, que foi conservado em etanol 50%. A seguir, esta alíquota passou por clareamento e coloração (KOSKE & GEMMA, 1989; GRACE & STRIBLEY, 1991). Posteriormente, tal material foi lavado com água corrente e permaneceu coberto com solução de KOH a 2,5%, por 24 horas.

Em seguida, as raízes foram novamente lavadas em água corrente e permaneceram imersas em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> alcalina a 3%, por aproximadamente 30 minutos. O material passou por nova lavagem com água corrente e foi coberto com HCl 1%, por 24 horas. Removeu-se o HCl e, sem lavar, o material foi corado com solução de azul de metila. Por fim, as raízes foram armazenadas em solução ácida de glicerol claro, até o momento da avaliação do percentual do comprimento de raízes finas colonizadas por FMA (Taxa de colonização), que ocorreu pelo método da interseção em placa quadriculada (GIOVANETTI & MOSSE, 1980), no Laboratório de Micorriza da EMBRAPA Agrobiologia.

Avaliou-se a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca da raiz (MSR), após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas, e pesagem em balança analítica de duas casas decimais. Com estes dados, calculou-se a relação MSPA/MSR. O Índice de Qualidade de mudas de Dickson, que varia de 0 a 1, foi estimado a partir da equação proposta por Dickson et al. (1960): IQD = (MST / (H / DC) + (MSPA / MSR)), em que MST = massa seca total das mudas). Em seguida, os dados 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. Caso contrário, as médias foram comparadas pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa BioEstat, versão 5.3 (Instituto Mamirauá, Belém).

## Resultados e Discussão

De uma maneira geral, considerando-se as quatro datas de avaliação, T7 e T8 proporcionaram maior crescimento das mudas de *Colubrina glandulosa* em altura, na comparação com os demais os tratamentos (Tabela 2). No caso do diâmetro, os maiores valores médios foram verificados para as mudas produzidas nos tratamentos T5 e T8. Por outro lado, os menores valores de ambas as variáveis ocorreram no T1.

Os maiores valores médios de MSPA foram observados nos tratamentos T6 e T8, enquanto os menores valores, em T1 e T4 (Tabela 3). Com relação à MSR, o tratamento T8 proporcionou ganhos significativamente maiores às mudas, ao passo que o oposto, menores valores de MSR, ocorreram nos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Os maiores valores da relação MSPA/MSR foram verificados nos tratamentos T1, T3 e T4, que não se diferenciaram significativamente entre si, e os menores, nos tratamentos T5, T7 e T8, que não apresentaram diferenças significativas entre si.

Tabela 2 - Valores médios das variáveis altura (H) e diâmetro (D) de mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 30, 65, 93 e 115 dias após a instalação do experimento (datas 1, 2, 3 e 4, respectivamente), em casa de vegetação\*

Trat	H (cm)				D (mm)			
	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4
T1	5,00 B	6,23 B	7,28 B	8,58 B	1,46 B	2,01 B	2,22 E	2,99 C
T2	8,11 AB	9,33 AB	9,91 AB	10,51 AB	2,13 AB	2,54 AB	2,96 ABC	3,27 BC
T3	6,30 AB	7,80 AB	8,53 AB	9,40 AB	1,84 AB	2,20 B	2,71 BCDE	3,09 C
T4	6,92 AB	8,07 AB	8,68 AB	9,75 AB	1,72 AB	2,15 B	2,49 CDE	3,04 C
T5	7,61 AB	8,97 AB	9,48 AB	10,09 AB	2,17 AB	2,89 A	3,49 A	3,84 A
T6	7,70 AB	9,28 AB	10,43 A	11,67 A	2,12 AB	2,92 A	3,24 AB	3,95 A
T7	8,93 A	9,98 A	10,66 A	11,84 A	2,40 AB	2,83 A	3,13 ABC	3,55 AB
T8	9,18 A	10,30 A	10,93 A	11,94 A	2,48 A	2,96 A	3,34 AB	3,87 A

\*Os valores médios obtidos a partir 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 ( $p < 0,05$ ).

De acordo com os valores médios de ID, os tratamentos T5, T7 e T8 foram responsáveis pela produção de mudas com maior qualidade (Tabela 3). Em contrapartida, mudas com menor qualidade foram obtidas nos tratamentos T1, T2 e T4. No que se refere à taxa de colonização micorrízica, o valor em T4 foi significativamente maior ao verificado em T2, T6 e T8.

Tabela 3 - Valores médios das variáveis massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), Índice de qualidade das mudas de Dickson (ID) e Taxa de colonização micorrízica de mudas de *Colubrina glandulosa*, aos 115 dias após a instalação do experimento em casa de vegetação\*

Trat	MSPA (g)	MSR (g)	MSPA/MSR	ID	Taxa colonização micorrízica (%)
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	20 B
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	39 A
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	19 B
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	18 B

\*Os valores médios obtidos a partir 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 ( $p < 0,05$ ).

O conjunto de resultados levantados indicou que T8 foi o melhor tratamento para a produção de mudas de *Colubrina glandulosa*. Este tratamento foi constituído da inoculação com FMA das mudas que foram produzidas em substrato que contou com areia e vermiculita, em sua composição. Em contrapartida, T1, que reuniu as características opostas ao T8 (sem inoculação e substrato sem areia e vermiculita), foi o tratamento que menos favoreceu às mudas.

Deste modo, evidenciou-se a importância da inoculação de mudas com FMA, além do emprego da areia e da vermiculita, na composição do 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.

A importância da presença conjugada de areia e vermiculita na composição do substrato provavelmente se deveu à promoção de 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 microorganismos são aeróbicos. Este foi provavelmente o motivo pelo qual a taxa de colonização micorrízica de raízes foi maior nas mudas no T4, no qual a participação percentual de areia foi maior (20%), na comparação com os demais tratamentos onde ocorreu a inoculação (T2 e T6, ambos com 0% de areia, e T8, com 10% de areia).

Por outro lado, a vermiculita aumenta a retenção de água no substrato, fato este que é benéfico para o metabolismo das plantas. Em estudos com maracujá (*Passiflora edulis*), Silva et al. (2001) notaram que a presença de *Glomus etunicatum* possibilitou o aumento da altura, diâmetro do caule e massa seca da parte aérea das mudas em casa de vegetação. No entanto, os autores verificaram que este efeito somente foi verificado quando a vermiculita foi empregada na constituição do substrato. Danner et al. (2007) observaram que a presença de vermiculita proporcionou o incremento em altura, diâmetro do caule, área foliar e massa seca da parte aérea em mudas de jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg), em comparação com o substrato onde este componente foi substituído pela areia.

### Conclusões

O tratamento T8, no qual as mudas de *Columbrina glandulosa* foram inoculadas com esporos de FMA e produzidas em substrato com partes iguais de vermiculita e areia (10%, para ambos os constituintes), proporcionou mudas com maior qualidade e maiores valores de altura, diâmetro, massa seca de parte aérea e de raiz.

A taxa de colonização micorrízica de raízes foi maior nas mudas produzidas no T4, provavelmente devido a maiores condições de aeração proporcionadas pelo maior participação percentual de areia na composição deste substrato.

### Referências Bibliográficas

- 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.
- CARNEIRO, R. F. V.; CARDOZO JÚNIOR, F. M.; ARAÚJO, A. S. F.; MATOS FILHO, C. H. A.; SOUSA, R. F. Atributos dos fungos micorrízicos arbusculares como indicadores de áreas degradadas e em recuperação. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 61-69, 2016.
- COLODETE, C. M.; DOBBS, L. B.; RAMOS, A. C. Aplicação das micorrizas arbusculares na recuperação de áreas impactadas. **Natureza on line**, Santa Teresa, v. 12, n. 1, p. 31-37, 2014.
- 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.
- DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; SASSO, S. A. Z. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 179-182, 2007.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.
- Fundação Instituto Estadual de Florestas (RJ). A Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: [www.ief.rj.gov.br/mata/conteudo.htm](http://www.ief.rj.gov.br/mata/conteudo.htm). Acessado em 18 março de 2007.
- 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.
- GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, New York, v. 64, n. 3, p. 489-500, 1980.
- GRACE, C.; STRIBLEY, D. P. A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycological Research**, Cambridge, v. 95, p. 1160-1162, 1991.
- INPE – Instituto Nacional Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008-2010**. Relatório parcial. São Paulo. 122p, 2011.
- KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, Cambridge, v. 92, p. 486-488, 1989.
- 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**. São Paulo: Plantarum Ltda, v. 1, 2000. 352 p.
- MATEUS F. A., MIRANDA, C. M., VALCARCEL, R., FIGUEIREDO, P. H. A. Estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira acumulada na restauração florestal de áreas perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 3, p. 336-343, 2013.
- 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.
- SANTOS, D. R.; COSTA, M. C. S.; MIRANDA, J. R. P.; SANTOS, R. V. Micorriza e rizóbio no crescimento e nutrição em N e P em mudas de angico-vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 76-82, 2008.
- SILVA, R. P., PEIXOTO, J. R., JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* deg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.
- 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.