

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Análise do Crescimento de Espécies Vegetais  
Utilizadas na Restauração de Áreas de Restinga:  
Resposta da Adição de Fungos Micorrízicos  
Arbusculares e Nitrogênio**

**Glória Regina Gonçalves Rodrigues**

**2008**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS  
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES VEGETAIS  
UTILIZADAS NA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DE RESTINGA:  
RESPOSTA DA ADIÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS  
ARBUSCULARES E NITROGÊNIO**

**GLÓRIA REGINA GONÇALVES RODRIGUES**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Sívia Regina Goi**

*e Co-orientação do Pesquisador*  
**Francisco Adriano de Souza**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ  
Julho de 2008

ELABORADA PELA BIBLIOTECA- ir lá.

658.32

B333r Rodrigues, Glória Regina Gonçalves, 2008-  
Análise do crescimento de espécies vegetais usadas na  
Revegetação em áreas de Restinga - RJ /  
Glória Regina Gonçalves Rodrigues. - 2008.  
71f. : grafs., tabs.

Orientador: Sílvia Regina Goi.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Florestas.  
Bibliografia: f. 57-60.

1. Salários – Empresas – Brasil – Teses. 2. Desenvolvimento  
organizacional – Brasil – Teses. I. Boas, Ana Alice Vilas. II. Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Ciências Ambientais e  
Florestais. III. Título

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**GLÓRIA REGINA GONÇALVES RODRIGUES**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Ambientais e Florestais**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ----/----/-----

---

Sílvia Regina Goi. (PhD) UFRRJ  
(Orientadora)

---

Nome completo. (Título) Dr. ou Ph.D. Sigla da Instituição

---

Nome completo. (Título) Dr. ou Ph.D. Sigla da Instituição

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais: Iranyr Gonçalves Rodrigues e  
Gilberto Rodrigues  
Ao meu irmão: Ricardo Gonçalves Rodrigues  
Aos meus orientadores: Sílvia Regina Goi e  
Francisco Adriano de Souza

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – U.F.R.R.J. através do Departamento de Ciências Ambientais e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, pela oportunidade, confiança e apoio.

A minha Orientadora Sílvia Regina Goi pela amizade, ensinamentos, compreensão, paciência e confiança.

Ao meu co-orientador Francisco Adriano de Souza pela contribuição na realização do trabalho, incentivo, paciência e amizade.

Aos meus pais, Iranyr e Gilberto, pelo esforço e compreensão pela minha ausência durante esses anos.

Ao meu irmão Ricardo pela ajuda na manutenção do computador.

Ao Coordenador do curso de Pós-graduação Professor Dr. Roberto Carlos da Costa Lelis pela atenção.

Ao biólogo e mestre Luiz Roberto Zamith pela parceria, amizade, apoio na aquisição das sementes, concessão das mudas, além da transmissão de seus conhecimentos; e aos funcionários do Bosque da Barra.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Ao Centro Nacional de Pesquisas e Desenvolvimento – Embrapa Agrobiologia, pelo apoio a pesquisa.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

Aos funcionários do viveiro florestal no Instituto de Florestas/ UFRRJ, em especial meu amigo Tião e sua esposa.

Ao professor Ricardo Valcarcel e a funcionária Flávia, pelo uso do computador no laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas.

A amiga Luciana Diniz pela amizade, ajuda na discussão do trabalho, pelo seu apoio técnico, além da paciência nas horas difíceis.

Aos técnicos e funcionários da Embrapa Agrobiologia: Adriana, Itamar, Geraldo, Anselmo, Monaliza, Luís, Claudinho, Luisinho, Altiberto, Roberto, Wilson.

A doutoranda Gabriela Cavalcanti Alves pelo empenho e explicação no uso do programa de análise foliar.

Aos amigos do laboratório de Micologia: Isabel, Gabriel, Wardsson, Fernanda Carvalho, Fernanda Covacevich, Cândido, Francis, Leandro.

Aos amigos: Hulda, Henrique, Júlia, Etiene, Sílvia, Marco Aurélio, Fábio, Natália, Beatriz, Regina, Marco Antônio e Tatiane, pelo carinho, ajuda, atenção, e acima de tudo pela força e conselhos.

Aos meus queridos amigos: Alexandre, Marcos, Carol, Adriana e Luciane, pela ajuda, força e momentos de descontração.

Aos pesquisadores, técnicos e estagiários/ bolsistas da Embrapa Agrobiologia, nos setores de matéria-orgânica, micologia, fauna do solo, solos e leguminosas florestais, pela boa vontade e compreensão pela utilização dos seus laboratórios.

A todos que de alguma forma tenham contribuído na realização deste trabalho.

## RESUMO

RODRIGUES, Glória Regina Gonçalves. **Análise do crescimento de espécies vegetais utilizadas na restauração de áreas de restinga: resposta da adição de fungos micorrízicos arbusculares e nitrogênio.** 2008. 56p Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

A necessidade de estudos no que diz respeito adubação e da resposta de inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em espécies tropicais de restingas, e conseqüentemente a pouca informação e conceitos tem sido um fator limitante para o entendimento da complexa função desempenhada pelos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no potencial de desenvolvimento de mudas. Os objetivos do estudo serão: a) avaliar a influência da adubação nitrogenada sobre as espécies *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana e *Zollernia glabra* (Spreng.)Yakovlev; e o efeito da inoculação de fungos micorrízicos em *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana. Foram realizados 3 experimentos em casa de vegetação, sendo dois na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e um na Embrapa Agrobiologia, respectivamente com 105 dias (experimento 1 e 2) e 121 dias (experimento 3). No experimento 1 e 2 foi testada a influência das fontes nitrogenadas, com as fontes:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  e  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Os tratamentos com FMAs, no experimento 3, consistiu em: T1-Solo arenoso, não autoclavado, com fungos, com fosfato de rocha, T2-Solo arenoso, não autoclavado, sem fungos, com fosfato de rocha, T3-Solo COMLURB, não autoclavado, com fungos, sem fosfato de rocha, T4-Solo COMLURB, não autoclavado, sem fungos, sem fosfato de rocha, T5-Solo Arenoso, autoclavado, com fungos, com fosfato de rocha, T6-Solo Arenoso, autoclavado, sem fungos, com fosfato de rocha. Foi verificada que a inoculação de FMAs associado ao solo COMLURB, favoreceram positivamente o crescimento em altura da espécie *Clusia fluminensis* (Planch) & Triana, assim como para o aumento em área da planta, apresentando maiores valores em média. Já para os parâmetros: peso seco da parte aérea, peso seco de folhas, peso fresco da parte aérea, peso fresco de folhas, números de folhas e área da roseta, apresentaram maiores valores em média para os tratamentos T4 e T3. A fonte nitrogenada N- $\text{NH}_4\text{NO}_3$  apresentou maior influência para altura de planta e  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  em comprimento de raiz, massa seca da parte aérea e massa seca de raiz.

Palavras chave: micorriza arbuscular, *Clusia fluminensis* (Planch) & Triana, restinga.

## ABSTRACT

RODRIGUES, Glória Regina Gonçalves. **Analysis growth vegetation species utilization the restoration sandbanks: answer about the addition FMA and nitrogen.** 2008. 56p. Dissertation (Master Science in Science Forest) Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica , RJ, 2008.

The need for studies with respect fertilization and the response of inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi in tropical species of sandbanks, and consequently a little information and concepts has been a limiting factor to understanding the complex role played by arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in potential for developing seedlings. The objectives of the study are: a) assess the influence of nitrogen fertilization on the species *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana and *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev, and the effect of the inoculation of mycorrhizal fungi in *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana. Three experiments were conducted in a greenhouse, and two in the Rural Federal University of Rio de Janeiro and one at Embrapa Agrobiologia, respectively with 105 days (experiment 1 and 2) and 121 days (experiment 3). In experiment 1 and 2 was tested the influence of nitrogen sources, with sources:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . The treatments with AMF, in experiment 3, consisted of: T1-Soil sandy, not autoclaved, with fungi, with phosphate rock, T2-Soil sandy, not autoclaved, without fungi, with phosphate rock, T3-Solo COMLURB, not autoclaved, with fungi, without phosphate rock, T4-Solo COMLUR, not autoclaved, without fungi, without phosphate rock, T5-Soil sandy, autoclaved, with fungi, with phosphate rock, T6- Soil sandy, autoclaved, without fungi With phosphate rock. It was verified that the inoculation of AMF associated with soil COMLURB, positively promoted the growth in height of the species *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana, as well as for the increase in area of the plant, giving higher values on average. For the parameters: the shoot dry weight, weight of dry leaves, fresh weight of shoots, fresh weight of leaf, numbers of leaf and area of the rosette, showed higher values on average for the treatments T4 and T3. The nitrogen source  $\text{N-NH}_4\text{NO}_3$  showed a greater influence to plant height and  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  in length from scratch, dry mass of shoot and root dry mass of.

Key words: Arbuscular mycorrhizae, *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana, sandbanks.



## LISTA DE FIGURAS

1	Mudas de <i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) <i>Yakovlev</i> em primeiro plano, na sua fase final do experimento.....	26
2	Organização das mudas de <i>Clusia fluminensis</i> ( <i>Planch.</i> ) & <i>Triana</i> , no experimento 3, mostrando o tratamento 1, em sua fase inicial.....	30
3	Variações na altura das mudas de <i>Clusia fluminensis</i> ( <i>Planck</i> ) & <i>Triana</i> nos diferentes tratamentos (1,2,3,4,5,6), no período de 86 dias, realizado em 3 medições. (Experimento 3).....	27
4	Variações de área da roseta das mudas de <i>Clusia fluminensis</i> ( <i>Planck</i> ) & <i>Triana</i> nos diferentes tratamentos (1,2,3,4,5,6), no período de 86 dias, realizado em 3 medições. (Experimento 3).....	28
5	Variações no número de folhas das mudas de <i>Clusia fluminensis</i> ( <i>Planck</i> ) & <i>Triana</i> nos diferentes tratamentos (1,2,3,4,5,6), no período de 86 dias, realizado em 3 medições. (Experimento 3).....	29
6	Relação entre as médias de altura e área da roseta das 36 mudas de <i>Clusia fluminensis</i> ( <i>Planck</i> ) & <i>Triana</i> no período de 86 dias, nos diferentes tratamentos.....	31
7	Relação entre a altura da planta (cm) e o diâmetro do colo (cm) das mudas de <i>Clusia fluminensis</i> ( <i>Planck</i> ) & <i>Triana</i> , no experimento 3, após 4 meses da germinação.....	32

## LISTA DE TABELAS

1	Atributos químicos do solo Planossolo avaliado na profundidade 0-20 cm do campo experimental da Fitotecnia no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.....	16
2	Atributos químicos do solo COMLURB utilizado no Horto Florestal do Bosque da Barra.....	19
3	Atributos químicos do solo arenoso avaliado na profundidade de 0-20 cm da área experimental fazendinha na Embrapa Agrobiologia, RJ.....	19
4	Componentes químicos da solução nutritiva aplicada no experimento 3, realizado na casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia, em <i>Clusia fluminensis</i> (Planck) & Triana.....	20
5	Variação média da influência dos tratamentos no acúmulo de matéria seca na parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR), altura da planta (APL) e matéria seca de raiz (MSR), no experimento 1, em <i>Clusia fluminensis</i> Planch. & Triana.....	23
6	Variação média dos tratamentos na influência da taxa de colonização para <i>Clusia fluminensis</i> Planch. & Triana.....	24
7	Variação média da influência dos tratamentos no acúmulo de matéria seca na parte aérea e altura de planta em <i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev.....	25
8	Variação média da influência dos tratamentos no pH (pH), comprimento de raiz (CRaiz), peso seco folhas (PSF), peso fresco folhas (PFF), altura da planta (APL) nas mudas de <i>Clusia fluminensis</i> (Planck) & Triana, 121 dias após o plantio. (Experimento 3).....	28
9	Variação média da influência dos tratamentos no acúmulo de matéria seca, e relação peso de matéria seca da parte aérea/ peso de matéria seca de raiz das mudas de <i>Clusia fluminensis</i> (Planck) & Triana, 121 dias após o plantio. (Experimento 3).....	29
10	Variação média da influência dos tratamentos na área da roseta (AR), número de folhas (NF) e aumento em área (AAR) nas mudas de <i>Clusia fluminensis</i> (Planck) & Triana 121 dias após o plantio. (Experimento 3).....	30

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A vegetação de restinga.....	3
2.2 Fatores limitantes ao estabelecimento de espécies vegetais em restingas.....	5
2.3 Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) – sua importância na produção de mudas e dinâmica no solo.....	6
2.4 A nutrição nitrogenada no crescimento de mudas.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Descrição das espécies, localização, características ecológicas e fisiológicas.....	14
3.2 Avaliação da influência de fontes nitrogenadas no crescimento de <i>Clusia fluminensis</i> (Planch.) & Triana (Experimento 1) e <i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev (Experimento 2).....	15
3.3 Levantamento das interações planta – fungos micorrízicos.....	17
3.3.1 Coleta de amostras, identificação e análise de colonização micorrízica.....	17
3.3.2 Efeito da inoculação com fungos micorrízicos na espécie de <i>Clusia fluminensis</i> (Planch.) & Triana (Experimento 3).....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5 CONCLUSÕES.....	33
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
7 ANEXOS.....	43

# 1 INTRODUÇÃO

O campo da ciência na área de ecologia florestal aliada a técnicas de implantação, melhoramento genético e silvicultura vem contribuindo cada vez mais para o setor de produção de mudas. Muitos projetos de reflorestamentos visando à recuperação ou restauração de áreas, degradadas ou não, atingidas pelos desmatamentos, vêm fazendo uso de espécies nativas a fim de amenizar os impactos negativos causados pelo homem.

Diversos ecossistemas vêm sofrendo ação antrópica devastadora, dentre eles a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, o Cerrado, e também as áreas de faixas litorâneas onde se incluem mangues, dunas, estuários e restingas, locais onde a ocupação desordenada dá lugar a construções, muitas vezes irregulares, que levam à extinção de espécies vegetais e animais presentes somente nessas regiões e por isso denominado endêmicos.

As áreas naturais com vegetação de restinga ocupam uma vasta extensão da costa brasileira, tem sofrido grande impacto nos últimos anos, principalmente em locais próximos a grandes centros urbanos e em regiões com potencial turístico. Os novos empreendimentos imobiliários têm se constituído na principal ameaça à manutenção desses ecossistemas, contribuindo para a extinção de espécies e causando prejuízos ambientais, como contaminação de rios, praias e lagoas.

Algumas tecnologias vêm sendo utilizadas e aprimoradas, no intuito de se obter mudas com maior potencial para restauração de áreas degradadas, com a aplicação de inoculantes de microrganismos específicos que contenham fungos micorrízicos ou bactérias fixadoras de nitrogênio, podendo otimizar o processo de utilização respectivamente de fósforo e nitrogênio pelas plantas.

Aliado a esses procedimentos, outros estudos relacionados às características ecofisiológicas das plantas e taxa de germinação de sementes (ZAMITH, 2007), bem como os relacionados ao tipo de substrato e recipiente de produção das mudas (FONSECA, 2005), vem proporcionando um melhor estabelecimento das mudas.

A utilização de espécies nativas da restinga para recompor espaços antes ocupados por esse tipo de vegetação, é uma das opções que visa minimizar os danos causados pela ocupação desordenada nas áreas litorâneas da costa do Rio de Janeiro. Contudo, existem

poucos trabalhos relativos à demanda nutricional das espécies de restinga e de estudos de interação planta / microorganismos com essas espécies.

Este estudo teve como objetivo identificar a influência da adubação nitrogenada e da inoculação com fungos micorrízicos, na fase inicial de crescimento das mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana e *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev, que são duas espécies que estão sendo utilizadas no Projeto Flora do Litoral e tem apresentado fraco desempenho de crescimento a nível de viveiro e no campo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A vegetação de restinga

Um exemplo, ainda conservado desse tipo de formação vegetal, no Rio de Janeiro é a restinga da Marambaia, cuja origem sedimentar remonta ao quaternário (BACKHEUSER, 1946, apud XEREX et al., 1995), sendo ligada por um cordão arenoso até a Ilha da Marambaia, situada a 23°05'S E 44°00'W, com área aproximada de 42 Km<sup>2</sup>.

A restinga apresenta um gradiente de vegetação com grande diversidade ambiental e biológica. A preservação dessas áreas é importante para a reprodução e alimentação de muitas espécies de aves migratórias, répteis e peixes (principalmente para a procriação e desova), além da preservação da diversidade de plantas, muitas endêmicas e que tem importância do ponto de vista etnobotânico.

O relevo nesta área varia entre baixada, meia baixada e elevação rochosa, sendo o seu ponto mais alto, o Pico da Marambaia com 641 m. Um fator importante para a manutenção da restinga no Rio de Janeiro é a existência da Base Militar da Marinha do Brasil, que garante a conservação da vegetação de restinga, já em extinção em outros lugares (XEREX et al., 1995).

Na restinga da Marambaia, foram caracterizadas 11 formações vegetais. Ocorrem 4 formações herbáceas (herbácea fechada inundável, herbácea fechada inundada, herbácea aberta de praia e herbácea fechada de cordão arenoso), quatro formações arbustivas (arbustiva aberta não inundável, arbustiva aberta inundável, arbustiva fechada de duna e arbustiva fechada de pós-praia) e três formações florestais (floresta inundada, floresta inundável e floresta de cordão arenoso (MENEZES, 2005).

Na formação florestal de cordões arenosos, dentre as várias espécies nativas estão presentes, a *Clusia fluminensis* Planch. & Triana, *Ormosia arborea* (Vell.) Harms, *Ocotea* sp., *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin, *Byrsonima sericea* DC. e *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev, respectivamente das famílias, Clusiaceae, Leguminosae Papilionoideae, Lauraceae, Melastomataceae, Malpighiaceae, Leguminosa Papilionoideae.

Estas espécies vêm sendo amplamente utilizadas para a recomposição de áreas litorâneas no estado do Rio de Janeiro. Algumas, entretanto, apresentam maior potencial de pegamento do que outras, e também apresentam alguns problemas na sua fase inicial de crescimento, com isso fica mais difícil a sua re-introdução nesses ambientes.

Nas linhas de praia das planícies litorâneas se estabelecem uma vegetação adaptada às condições salinas e arenosas sob influência de marés, denominada *halófita-psamófila*, com espécies herbáceas reptantes, com sistemas radiculares amplos. Após esta faixa, sobre cordões mais estáveis, encontra-se uma vegetação arbustiva e arbórea densa, denominada jundu, muitas bromélias terrícolas. É característica a sua forma de cunha, devido à ação abrasiva de partículas de areia sobre as gemas voltadas para a praia. Apresenta uma camada orgânica pouco desenvolvida, com as bromélias de solo desempenhando um papel estabilizador do substrato e de retenção de água e de nutrientes no sistema. No litoral do Rio de Janeiro e do Espírito Santo desenvolvem-se moitas compostas por espécies arbustivas e arbóreas, intercaladas por solo descoberto, cuja denominação é dada pela presença de taxas dominantes, como restinga de *Clusia*, de *Myrtaceae* e de *Ericaceae* (MANTOVANI, 2004).

A *Clusia fluminensis* Planch. & Triana ou abaneiro (nome vulgar) ocorre nas seguintes formações vegetais: arbustiva aberta não inundável, arbustiva fechada de cordão arenoso e arbustiva fechada de pós-praia. Já a espécie *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev ocorre em florestas de cordão arenoso e arbustiva fechada de cordão arenoso (MENEZES, 2005).

Em relação ao processo de produção de mudas, uma das limitações indicadas por ZAMITH & SCARANO (2004), foi a baixa diversidade e disponibilidade de sementes viáveis para coleta, devido a poucos indivíduos de algumas espécies vegetais nas Unidades de Conservação, como *Chamaecrista ensiformis*, *Clusia fluminensis* Planch., *Myrsine* sp., *Myrcia* sp., *Miconia staminea*, *Senna australis*, *Senna pendula*, *Scaevola plumieri*, *Ficus hirsuta*, *Humiria balsamifera*, *Melocactus violaceus*. Esta seria uma indicação da importância do aumento de áreas de preservação com vegetação de restinga, para aumentar a representatividade genética.

ZAMITH (2007) em análise do potencial de produção de mudas para revegetação de áreas naturais de restinga, no município do Rio de Janeiro, coloca diferentes fatores de impedimento na produção, tais como: o fato das espécies ainda remanescentes, apresentarem um alto índice de predação em seus frutos e sementes, baixa produção de frutos por indivíduos de algumas espécies, além da raridade ou total desaparecimento de algumas espécies vegetais, a frequência e os locais de ocorrência das diferentes espécies e o desaparecimento das formações naturais de restinga.

## 2.2 Fatores limitantes ao estabelecimento de espécies vegetais em restingas

Os solos dos ecossistemas de restinga caracterizam-se por possuírem baixos conteúdos de argila e matéria orgânica, apresentando baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, com uma grande entrada anual de nutrientes sob a forma de salsugem (LACERDA & HAY, 1977). Os solos que ocorrem mais comumente sob essa vegetação são Espodosolos e Neossolos Quartzarênicos (GOMES et al., 1998; ROSSI, 1999); muitas vezes estes últimos apresentam incipiente processo de podzolização. No estado do Rio de Janeiro, o zoneamento agroecológico realizado pela Embrapa, contabilizou como área de restinga 3,18% ou 1.376 km<sup>2</sup>, boa parte com a vegetação original dizimada (GOMES et al, 1998).

Condições extremas de salinidade, ação das ondas na época de ressaca também são alguns fatores que dificultam o estabelecimento de algumas espécies na área de restinga. FRANCO *et al.* (1984), HAY & LACERDA (1984), FIALHO & FURTADO (1993), MONTEZUMA (1997) e ZALUAR (1997), apud CARVALHO, L.C. (2001), observaram que há maior distribuição de bromélias epífitas em áreas com presença de moitas, maior sombreamento e cobertura vegetal, com uma maior disponibilidade de nutrientes, umidade e temperatura mais amena.

As bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, chamadas generalizadamente de rizóbio, formam estruturas chamadas nódulos nas raízes ou, excepcionalmente, no caule de leguminosas. A simbiose rizóbio – leguminosas vem sendo estudada nos últimos anos em um grande número de espécies florestais tropicais brasileiras (FURTINI et al., 2000). Dentre as espécies da restinga, a espécie *Inga laurina* e *Inga subnuda*, apresentaram respostas quanto à inoculação com rizóbio e responderam diferenciadamente à adição de fontes de nitrogênio (SILVEIRA & GOI, 2004).

As espécies de restinga estão sujeitas à elevada salinidade, altas exposições à luminosidade, deposição de salsugem e movimentação de areia. HENRIQUES et. al (1986) sugeriram que esses fatores seriam responsáveis pela zonação das espécies vegetais nessa formação vegetal.

Essas características ambientais influenciam também a distribuição florística de bromeliáceas, onde em determinados microhabitats prevalecem alguns tipos específicos: CARVALHO et. al (2001) verificaram a variação na estrutura do padrão de distribuição de bromélias em Macaé, RJ., e identificaram que nas áreas abertas de clusia, com grande incidência solar, aumento da temperatura, menor quantidade de matéria-orgânica, ocorria uma maior abundância de espécies. Já uma maior densidade foi observada na área aberta de



Ericaceae, região com menor influência do mar, apresentando lençol freático pouco profundo, gerando condições mais favoráveis para o estabelecimento das bromélias.

SCARANO (2000) cita que as restingas, assim como outros habitats na Mata Atlântica, estão sujeitas às condições muito mais extremas do que a Floresta Montana. Condições de alta salinidade, escassez de nutrientes e seca, conferem às restingas circunstâncias de grande imprevisibilidade ambiental, podendo estar relacionados com a dormência das sementes encontradas nos estudos de 2004, dificultando a produção de mudas. Entre as espécies que apresentaram grande período de dormência, podem ser listadas: *Byrsonima sericea*, *Eugenia copacabanensis*, *E. neonitida*, *E. ovalifolia*, *E. rotundifolia*, *Garcinia brasiliensis*, *Ilex amara*, *Manilkara subseri*, *Ocotea sp.*, *Ormosia arbórea*, *Protium icicariba*, *Psidium cattleyanum* e *Tocoyena bullata*.

Os solos sob vegetação de restinga são arenosos, quimicamente pobres, tendo como principal fonte de nutrientes o spray marinho (GOMES et al, 2007) e a baixa disponibilidade de macro e micronutrientes em solos da restinga também podem ser uma limitação ao crescimento das plantas.

Nas restingas, além de condições adversas no solo, ocorre também um outro problema relacionado à introdução de espécies exóticas, como acácias, casuarinas e leucena, por exemplo. Essas espécies produzem uma quantidade grande de sementes e foram em algumas épocas, introduzidas em projetos paisagísticos e hoje se constituem numa ameaça à comunidade vegetal nativa. São no caso consideradas espécies invasoras e com difícil remoção.

### **2.3 Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) – sua importância na produção de mudas e dinâmica no solo**

O termo micorriza foi proposto por Frank em 1885, que dizia que estas associações de plantas-fungos eram necessárias à nutrição de ambas as partes envolvidas e, portanto constituíam uma simbiose. Mas recentemente, as micorrizas têm sido definidas como associações entre hifas de fungos e órgãos de plantas superiores relacionadas à absorção de substâncias do solo (HARLEY & SMITH, 1983).

Baseando-se nas características morfoanatômicas, ecológicas e funcionais, as micorrizas são divididas em dois grupos: endomicorrizas e ectomicorrizas. As endomicorrizas são subdivididas em: micorrizas arbusculares (FMAs) ou vesículo-arbusculares, ericóides e orquidóides. Nas FMAs, o fungo coloniza as raízes inter e intracelularmente, formando

estruturas típicas como os arbúsculos e vesículas que ocorrem em alguns grupos taxonômicos (FURTINI et al., 2000).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) desempenham um importante papel nas transformações dos constituintes dos solos tropicais, podendo ser considerados indicadores biológicos de ecossistemas naturais (SILVA, 2005); atuam na decomposição dos resíduos orgânicos e são microorganismos com alto potencial biotecnológico quando utilizados nos processos de produção de mudas.

Os fungos micorrízicos arbusculares pertencem ao filo Glomeromicota e atuam como participantes ativos na biota do solo. Realizam uma associação simbiótica com várias espécies vegetais, através das chamadas micorrizas, que são as mais ancestrais conhecidas além de ter uma grande participação ecológica nos ecossistemas tropicais, estando presente na maioria deles (SOUZA & GOI, 2006). O fato até mesmo da origem antiga associado ao tempo de dispersão e a falta de especificidade do hospedeiro, é uma das hipóteses que explica a grande existência dos fungos micorrízicos em diferentes ambientes, como florestas tropicais e temperadas, desertos, dunas, pradarias e áreas agrícolas (BRUNDRETT, 1991, apud STÜRMER, 1999).

O termo micorriza vem de origem grega (myke= fungo e rhiza= raiz), e esta faz uma associação mutualística já que ambos se beneficiam. Estão presentes na região da rizosfera e fazem a penetração nas células vivas das raízes sem causar danos, para posteriormente lançarem suas hifas além da zona de depleção das raízes, onde estabelecem contato com a microbiota do solo e agregados do solo (OLIVEIRA & TRINDADE, 2000).

Os fungos formam diferentes estruturas para se instalar e multiplicar em um hospedeiro, como as vesículas, hifas, células auxiliares, arbúsculos, haustórios e esporos. Somente as famílias *Glomeraceae*, *Acaulosporaceae* e *Pacisporaceae* são passíveis de formarem vesículas, que são estruturas globosas e funcionam como órgão de armazenamento, podendo atuar como estruturas propagativas (BIERMANN & LINDERMAN, 1983; DECLERCK et al., 1998, apud SOUZA, 2005).

A simbiose é possível, graças ao fato de o fungo produzir hifas intra e extra-radulares capazes de absorver elementos minerais do solo e transferi-los ao ambiente radicular, onde são absorvidos. No espaço intra-radicular a troca bidirecional ocorre principalmente em uma estrutura presente no córtex radicular, os arbúsculos. Essas estruturas são consideradas “chave” para o desenvolvimento da simbiose micorrízica (BERBARA, et al., 2006).

Através das estruturas de reprodução, os esporos, os fungos são difundidos em vários ambientes terrestres, e através da possibilidade da multiplicação desses esporos em casa de vegetação, é possível a partir da sua prévia seleção, proceder à inoculação em mudas para fins dos projetos de recuperação de áreas degradadas, onde essas áreas na sua maioria possuem uma baixa fertilidade do solo.

No setor agrícola e florestal diferentes pesquisas vêm demonstrando resultados positivos com a utilização dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) na produção de mudas, promovendo uma boa resposta de desenvolvimento em casa de vegetação e aumentando a viabilidade e produtividade no campo. Algumas delas, como no caso, do café (SIQUEIRA et al.,1998), soja, milho, oliveiras, pinos e eucaliptos, cana-de-açúcar, alguns citros, bananeiras (DECLERCK et al., 1995), cedro (SAGGIN-JUNIOR et al., 2006), e leguminosas arbóreas (MONTEIRO, 1990). Em espécies arbóreas nativas de crescimento lento como *Copaífera langsdorffii*, *Tabebuia senatifolia*, *Cedrella fissilis*, resultados positivos quanto à micorrização foram observados mesmo quando em condições de alto nível de fósforo no solo (SIQUEIRA & SAGGIN-JUNIOR, 2001).

Segundo ROCHA et al. (2006), a inoculação de *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*, propiciou nos primeiros meses após a germinação, um melhor crescimento das plântulas de cedro, visto que esta espécie apresenta elevada dependência micorrízica. Os autores citam também a necessidade de se testar diferentes espécies de fungos micorrízicos arbusculares sob condições controladas, para sua seleção prévia, mediante a comprovação quanto à capacidade de promover crescimento em seu hospedeiro. Somente após essa seleção dos FMAs é que se determina o sucesso nos estágios de formação da muda, visto que, esse fator depende do grau de micotrofismo, ou seja, da dependência da planta pelo fungo.

A micorriza denominada endomicorriza, apresenta natureza biotrófica obrigatória, e coloniza o interior das raízes para buscar o carbono. O FMA forma estruturas arbusculares no interior das células e ainda que os respectivos citoplasmas não sejam destruídos, se invaginam ao redor da estrutura invasora formando-se assim um compartimento apoplástico onde os simbiontes estão em íntimo contacto. Posteriormente, emitem para o exterior das raízes um sistema de hifas, órgãos que vão então possibilitar uma maior exploração de solo, de onde retiram o fósforo, que cedem à planta em troca de carbono (ANTUNES, 2002).

Nesta simbiose os FMA prestam incontáveis benefícios ou “serviços ambientais”, dentre eles, descritos por de SOUZA & GOI (2006), estão: o favorecimento da estabilização dos solos, através da ação física do micélio fúngico e também pela ação da glomalina, que é derivada dos fungos (RILLIG & MUMMEY, 2006); o aumento da resistência ao ataque de

patógenos no seu hospedeiro e na captação de água (JEFFRIES et al., 2003; de SOUZA et al., 2006; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006); absorção de nutrientes além da zona de depleção da raiz (SMITH & READ, 1997, MIYASAKA & HABTE, 2001); contribuem para a acumulação de carbono (RILLIG et al., 2001) e biomassa microbiana em solos (OLSSON & WILHELMSSON, 2001); recuperação de áreas degradadas (de SOUZA & da SILVA, 1996); e no uso eficiente do recurso não renovável fósforo.

Os fungos micorrízicos melhoram a adaptação de plantas em simbiose. Além disso, citam-se outros serviços relevantes, tais como aumento à resistência de raízes contra patógenos e capacidade de captação de água. Adicionalmente, eles podem contribuir também para a agregação do solo (SOUZA, 2005) em alguns ecossistemas. Eles podem influenciar no crescimento vegetal, ajudando no seu estabelecimento em áreas com solos pobres ou em condições de estresse hídrico, aumentando a absorção de água e de nutrientes pelas plantas, principalmente elementos minerais de pouca solubilização.

Em algumas espécies vegetais a micorrização torna-se muito importante para a máxima utilização de fertilizantes fosfatados, quando aplicados a solos com deficiência e com alta fixação de fosfatos, onde na ausência total da simbiose passam a não responder satisfatoriamente a este tipo de adubação (OLIVEIRA & TRINDADE, 2000).

SOUZA & SILVA (1996) mostraram que a utilização de inoculantes de FMAs em espécies arbóreas florestais podem promover também resultados positivos quanto à fixação biológica de nitrogênio, mecanismo este que pode resultar em até um aumento da nodulação nas Leguminosas. Segundo OLIVEIRA (2000) existe algumas leguminosas em que o processo de nodulação pode mesmo até ser inibido caso não ocorra a micorrização.

Recentemente, foi demonstrado, que os fungos micorrízicos arbusculares também são capazes de decompor moléculas orgânicas complexas, como por exemplo, encontradas em folhas, depositadas na serrapilheira, aumentando a decomposição de nitrogênio nos solos e ocasionando um incremento desse elemento no solo (HODGE et al., 2001). Nesse caso, foi verificado um crescimento de hifas fúngicas quando no ensaio houve um aumento da porcentagem de matéria orgânica.

A colonização micorrízica pode promover uma maior absorção de  $\text{NH}_4^+$  e translocação de N (via xilema), porém não há indícios de alteração metabólica na rota N na planta (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). A água por falta ou excesso, é um dos fatores que podem afetar a infecção micorrízica (LOPES et al., 1983).

Os fungos micorrízicos são importantes componentes no ciclo do carbono, devido a sua ação direta na produtividade primária, graças ao seu impacto na absorção de nutrientes e água pelas plantas, além do aumento na taxa de respiração da raiz colonizada. Estudos utilizando  $C^{14}$  demonstram que fotossintetatos são translocados da parte aérea às hifas pouco tempo após a sua marcação, confirmando que os FMAs são importantes drenos de Carbono da planta, podendo impor perdas de até 20 % do C fixado pelo simbionte autotrófico (BERBARA, et al., 2006).

Esta simbiose é indispensável em mudas destinadas ao plantio em áreas degradadas, de mineração ou áreas adjacentes às represas hidroelétricas (CARNEIRO, 1995), por melhorar o potencial de pegamento destas. Estes fungos são responsáveis pela redução do estresse vegetal, tais como os causados por organismos que atacam as raízes, condições de solos salinos, perda de umidade no solo e altas temperaturas (HARLEY & SMITH, 1983).

A alta concentração de sais pode ser um fator limitante à simbiose de FMAs em plantas de restingas. JUNIPER & ABBOTT (1993) citam que existem claras evidências que a germinação de esporos e crescimento de hifas de alguns FMAs são reduzidas em altas concentrações de sais. E que também informações do crescimento e reprodução desses fungos nessas condições, são raras e muitas das vezes, circunstanciais.

BRUNDRETT (2004) cita que as associações plantas – fungos micorrízicos são essenciais para ambos os organismos e envolve desenvolvimento sincronizado. Adicionalmente, cita também que muitas micorrizas podem ser descritas como associações mutualísticas balanceadas, em que os fungos e plantas precisam otimizar as interações para o crescimento e sobrevivência de ambas as partes.

HEIJDEN et al. (1998) verificou que os ecossistemas terrestres e as interações ecológicas são também afetados pelo efeito da interação planta – microorganismos, principalmente as simbioses, influenciando na biodiversidade de plantas em grandes áreas, além da determinação da produtividade de algumas espécies. RILLIG (2004) propõe que a influência dos fungos micorrízicos seria essencial aos processos ecológicos, e que podem agir através de diferentes mecanismos, mediante condições e distúrbios como poluição e desflorestamento.

As plantas colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares apresentam maiores chances de instalação e crescimento em solos de baixa fertilidade, mostram grande capacidade competitiva, facilitam a revegetação em áreas com reduzido potencial de inóculo de FMAs e são de grande importância para os programas de reabilitação de áreas degradadas (JANOS, 1996).

CUENCA et al. (2003) verificaram diferentes respostas de crescimento de mudas de *Clusia pusilla*, quando submetidos a tratamentos em solos diferentes, aplicações de fósforo e inoculantes de FMAs. Resultados indicaram que o fungo sozinho é incapaz de promover crescimento de *C. pusilla* para esse arbusto de solo, e que é necessária adição inicial de fósforo para o funcionamento micorrízico.

CARNEIRO et al. (1998) em estudo de avaliação de presença micorrízica em plantas arbustivas e arbóreas no sudeste brasileiro (região de Lavras-MG.), de espécies de cerrado (presentes na região de Brasilândia-MG.) e de mata (presentes no campus da Universidade de Lavras) verificaram a ausência de infecção nas seguintes espécies: *Peltophorum dubium*, *Bauhinia pulchella*, *Ormosia arborea Vell. (Harms)* - (casa de vegetação), *Machaerium acutifolium*, *Swartzia langsdorffii*, *Dimorphandra mollis*, *Qualea grandiflora*, *Talauma ovat.* Já nas espécies *Ocotea corymbosa (Meisner) Mez* (mata) e *Miconia pepericarpa D.C.* (mata), *Miconia hispida Cogn* (mata), apresentaram entre 20 e 49 % de colonização micorrízica. Para a espécie *Byrsonima verbascifolia (L.)D.C.* (cerrado) apresentou taxa de colonização variando de 1 a 19 %.

Foram encontradas em outros estados, citado pelo mesmo autor, outras espécies do gênero *Ormosia* (*Ormosia krugii*), *Qualea* (*Qualea paraensis*) e *Bauhinia*, colonizadas pelos fungos *Glomales* em mata de Porto Rico (Lodge, 1987), na Amazônia (St. John, 1980) e no cerrado de Rio Claro-SP (Thomazini, 1974).

ZAGARO et al. (2002) observaram a presença de micorrizas, em 81 espécies arbóreas nativas da Bacia do rio Tibagi, Paraná, em casa de vegetação e em 51 espécies que foram coletadas no estágio de plântulas, da floresta do Parque Estadual Matas do Godoy, chegando a uma grande variabilidade de resultados. Para a espécie *Ormosia arborea (Vell.) Harms* encontrou-se uma resposta baixa de infecção, de 20 a 39% (em condições de casa de vegetação), e muito baixa, de 1 a 19% (resposta à inoculação); para *Ocotea indecora Schott* muito baixa, de 1 a 19% (casa de vegetação e campo), e baixa de 20 a 39% (resposta à inoculação).

O conhecimento da condição micorrízica atual das espécies é muito importante, pois serve de suporte para pesquisas sobre a produção de mudas e tecnologias para garantir o sucesso do reflorestamento. A inoculação com fungo eficiente de espécies dependentes de micorriza, pode reduzir o uso de insumos, gerando uma economia de recursos e tempo na recuperação florística de áreas desmatadas ou destinadas à formação de matas (SAGGIN-JUNIOR, 1997).

SOUZA et al. (2008) cita que estudos recentes têm apontado que FMA formam um grupo diverso de fungos, questionando a contradição da baixa riqueza conhecida de FMA tanto em termos de número de espécies como em função. Mostra que estudos dessa natureza são importantes, pois se vinculam tanto à evolução da simbiose como a aspectos tecnológicos, em especial os referentes ao desenvolvimento de biotecnologias ligadas ao emprego de micorrizas na produção agroflorestal, na recuperação de áreas degradadas e restauração ambiental, produção de inóculo, entre outras aplicações.

#### **2.4 A nutrição nitrogenada no crescimento de mudas**

O nitrogênio é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento. Ele é constituinte de proteínas, ácidos nucleicos e muitos outros constituintes celulares. Sua deficiência resulta em clorose gradual das folhas mais velhas e redução do crescimento da planta (SOUZA & FERNANDES, 2006).

O N está disponível no solo em diversas formas, incluindo amônio, nitrato, aminoácidos, peptídeos e formas complexas insolúveis (SOUZA & FERNANDES, 2006). É um nutriente requerido em grande quantidade pela maioria das culturas, apresentando comportamento diferenciado em relação aos demais elementos, como, P, K, Ca e Mg, que por ser extremamente móvel no solo, suas variações são altas, em virtude dos processos de mineralização da matéria-orgânica e imobilização (SILVA, 1999).

De um modo geral, as espécies florestais tropicais apresentam seu crescimento limitado por restrições nutricionais do solo (DIAS et al., 1991), incluindo o nitrogênio.

As espécies vegetais diferem na sua preferência por fontes de N, mas o absorvem principalmente sob formas inorgânicas, como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) (SOUZA & FERNANDES, 2006). Alguns trabalhos conduzidos com leguminosas arbóreas (GOI et al. 1992; GOI et al. 1997) têm indicado que existe uma fonte preferencial de nitrogênio para diversas espécies.

A forma preferencial de nitrogênio para cada espécie florestal pode estar relacionada com a origem evolucionária das espécies em diferentes ecossistemas (GOI, 1995). A  $\text{NH}_4^+$  é geralmente considerada menos inibitório à fixação biológica de nitrogênio, que o nitrato, e tem sido indicado como fonte preferencial de N para espécies de diferentes ecossistemas; tais como para as *acacias australianas*, *Acacia auriculiformis* e *Acacia mangium* (GOI et al, 1992; JACOB-NETO et al., 1998), para a *acacia africana*, *Acacia polyachantha* (GOI, 1993),

e várias espécies de leguminosas nativas da Mata Atlântica (GONÇALVES et al. 1999; GONÇALVES, 1997; ROCHA & GOI, 2002).

Em relação à utilização do nitrogênio no solo,  $\text{NH}_4^+$  pode oferecer vantagens energéticas quando comparado com o  $\text{NO}_3^-$  (TROELSTRA et al, 1995; STEWART et al, 1990), devido estar numa forma reduzida, pronta para ser incorporado em proteínas.

Para as espécies de leguminosas que nodulam, além de ser testada a fonte de nitrogênio, é necessário saber se é preciso utilizar nitrogênio no início do crescimento da muda, até a formação dos nódulos e conseqüente início do processo de fixação biológica de nitrogênio.

As leguminosas que não nodulam (sibipuruna, jatobá e guapuruvu), também demonstraram melhor crescimento com fornecimento de  $\text{NH}_4^+$  (RODRIGUES, 2004), à semelhança com outras leguminosas que nodulam, como *Acacia auriculiformis* (GOI et al, 1992), *Acacia mangium* (JACOB NETO et al,1998) e *Mimosa caesalpiniaefolia* (GOI et al, 1997).

Em condições normais de crescimento das plantas, solos bem aerados e sob temperaturas moderadas,  $\text{NO}_3^-$  é a forma de nitrogênio disponível para as plantas, e devido à grande demanda por N, as plantas absorvem uma grande quantidade de ânions (nitratos) em relação a cátions, com isso as raízes acabam absorvendo um excesso de cargas negativas. Este processo é compensado através da extrusão pelas células vegetais de outras cargas negativas, como  $\text{OH}^-$  e/ou  $\text{HCO}_3^-$ . O meio externo (solução do solo) é submetido a um processo de alcalinização. Quando a demanda por N é suprida por íons  $\text{NH}_4^+$ , as plantas promovem a extrusão de prótons. Como a absorção de  $\text{NH}_4^+$  é extremamente rápida, a resposta das células ao excesso de cargas positivas através da extrusão ativa de  $\text{H}^+$  resulta em rápida acidificação da solução do solo. A acidificação do meio externo pode afetar o crescimento das raízes (SOUZA & FERNANDES, 2006).

Trabalhos desenvolvidos por FURTINI et al. (2000) identificaram o nitrato como sendo a fonte preferencial de nitrogênio para *Senna macranthera*, *Cassia-verrugosa*, *Cinamomo* e *Jacaranda*.

PEREIRA, et. al. (1996) utilizaram a inoculação de FMAs em conjunto com a aplicação de N-mineral, em espécies de *Senna macranthera*, *Senna multijuga*, *Melia azedarach*, *Jacaranda mimosaeifolia*, ocorrendo variações positivas no crescimento das mudas. Nas espécies *Melia azedarach* e *Jacaranda mimosaeifolia* obteve-se bom desenvolvimento, sendo que esse resultado foi associado ao aumento da atividade da enzima redutase do nitrato.



VENTURIN et al (1999), estudando a espécie *Peltophorium dubium* (sibipiruna) cita que a falta de N limitou o crescimento da raiz e da parte aérea da planta.

A adubação nitrogenada também pode contribuir para o aumento da produção de nódulos em algumas espécies de leguminosas, se aplicada em baixas concentrações. SILVEIRA & GOI (2004) identificaram que para a espécie *Sophora tomentosa* L. (leguminosa arbustiva nativa da restinga), apresentava maior acúmulo de matéria seca na parte aérea e raízes, na fase inicial de crescimento, com a aplicação da fonte nitrogenada na forma de amônio, com indivíduos nodulados. Para a espécie *Inga laurina* espécie também nativa da restinga, o amônio contribuiu para o incremento no número de nódulos e no aumento de matéria seca de raiz (FILHO et al, 2004).

Para a obtenção de mudas de boa qualidade e com condições de estabelecimento em áreas de baixa fertilidade, é importante que na etapa de produção, sejam utilizados os nutrientes necessários para otimizar o seu crescimento, justificando, portanto a importância do estabelecimento de recomendações de adubação específicas para as espécies nativas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Descrição das espécies

As espécies utilizadas foram a *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana. e *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev.. Ambas as espécies estão presentes ainda que em pequeno número, nas áreas de restingas preservadas, como a existente na Restinga da Marambaia, RJ.

A *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana é uma espécie nativa do litoral do Rio de Janeiro e São Paulo, pode ter o porte de arbusto ou arvoreta, podendo atingir até 6 metros de altura nos ambientes nativos. Tem ampla utilização na área paisagística, sendo utilizada como cercas vivas e renques rústicos resistentes, principalmente nas áreas litorâneas. Podem ser plantadas em vasos em terraços ou ambientes internos, além de arbustos isolados ou em grupos nos jardins. Apresenta folhas rígidas, brilhantes em forma de gota, e suas flores são pequenas e brancas; é uma espécie dióica, onde existe a presença de plantas macho e fêmeas separadas.

MATALLANA et al. (2005) citam que cerca de 37 % das espécies dominantes de *Clusia* são dióicas, resultado obtido em levantamento realizado na restinga do Parque Nacional de Jurubatiba, localizado na costa nordeste do Rio de Janeiro. Sua floração ocorre na

primavera e verão, podendo oscilar devido às variações climáticas, ao número reduzido de espécies vegetais e à dificuldade de polinização da mesma. *Clusia fluminensis* é uma espécie nativa, encontrada em regiões de elevada intensidade luminosa e estresse hídrico (SILVA et al., 2007).

A *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev ocorre em florestas de cordão arenoso e arbustiva fechada de cordão arenoso (MENEZES, 2005).

### **3.2 Influência de fontes de nitrogênio no crescimento de *Clusia fluminensis* (Planch.) & *Triana* e *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev.**

Foi estudado o efeito da aplicação de diferentes fontes de nitrogênio no crescimento das espécies vegetais *Clusia fluminensis* Planch. & *Triana* (experimento 1) e *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev (experimento 2), que foram realizados entre os meses de outubro/2006 - fevereiro/2007 e setembro/2006 - janeiro/2007, respectivamente, ambos com a duração de 103 dias.

Os experimentos foram realizados em condições de casa de vegetação, localizada na área do Instituto de Florestas/ RJ, no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Na **Figura 1** pode se observar uma vista geral das mudas de *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev.

As mudas foram produzidas através de sementes recolhidas na área de ocorrência natural das espécies, na Restinga da Marambaia- RJ.

As sementes utilizadas nos experimentos foram esterilizadas antes de serem colocadas para germinação. Para a espécie *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev as sementes passaram pelas seguintes etapas de esterilização: foram colocadas em etanol 70% (v/v) por 30 segundos, em seguida foram colocadas em água destilada, depois em hipoclorito de sódio a 5% (v/v) por 30 segundos, e por último em água destilada. Para as sementes de *Clusia fluminensis* (Planch.) & *Triana*, a etapa do hipoclorito de sódio foi omitida.

Após o processo de esterilização das sementes de *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev e *Clusia fluminensis* (Planch.) & *Triana*, estas foram colocadas em bandejas plásticas para germinar, contendo uma mistura de vermiculita e areia, após 18 dias foram transplantadas para os vasos de plásticos contendo o solo Planossolo, cujo foi retirado da área experimental da Fitotecnia, no Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. A análise de fertilidade para o solo Planossolo, foi realizada no laboratório de solos da Embrapa Agrobiologia, sendo apresentada na Tabela 1.(EMBRAPA, 1999)

**Tabela 1.** Análise química do solo Planossolo avaliado na profundidade 0-20 cm do campo experimental da Fitotecnia no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Profundidade (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca <sup>3</sup>	Mg <sup>3</sup>	Ca+ Mg <sup>3</sup>	Al <sup>3</sup>	P <sup>1</sup>	K <sup>2</sup>	N
		-----Cmolc.dm <sup>-3</sup> -----				--mg.dm <sup>-3</sup> --		%
0 – 20	7,1	1,2	0,3	1,5	0,0	15,6	30,5	0,046

1- Extrator de Mehlich I, 2- Extrator Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 3- Extrator KCl 1 N

Em ambos os experimentos foram utilizados vasos contendo 1,432 Kg de solo Planossolo, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com 6 repetições, e 7 tratamentos: Os tratamentos consistiram, respectivamente, em: T0 - Planta sem adubação complementar, T1-Testemunha + micronutrientes, T2-N-NO<sub>3</sub> (20 mg N), T3-N-NO<sub>3</sub> (40 mg N), T4-N-NH<sub>4</sub> (20 mg N), T5-N-NH<sub>4</sub> (40 mg N), T6-N-NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (20 mg N), T7-N-NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (40 mg N). As fontes de nitrogênio utilizadas foram: Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

Foi utilizada uma adubação complementar com as seguintes formulações e elementos: 0,26 M de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (5 ml/kg de substrato), 1,35 M de CaCl<sub>2</sub> (1 ml/kg de substrato) e micronutrientes + Mg (GOI, 1981), que foi aplicada nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7. A solução de micronutrientes com suas respectivas concentrações apresentava: MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (150 g/l), CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O (15,80 g/l), ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (8,308 g/l), H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (0,500 g/l), NaMoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O (0,500 g/l), FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (20,0 g/l), ácido cítrico (20,0 g/l).

Ao final dos experimentos 1 e 2 foram realizadas as análises dos seguintes parâmetros morfológicos e fisiológicos: altura da planta (APL), comprimento de raiz (CR), diâmetro do colo da planta (Dcolo), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), percentual de colonização micorrízica (exceto para o experimento 2), teor de umidade na raiz (U) e pH do solo em água (EMBRAPA,1999).

As amostras de solo retiradas dos vasos foram secas a sombra e passadas na peneira de 2 micrômetros para realização da análise de fertilidade do solo. Foram feitas as análises no laboratório de solos da Embrapa Agrobiologia, onde foram medidos os teores de Al (Cmolc.dm<sup>-3</sup>), Ca (Cmolc.dm<sup>-3</sup>), Mg (Cmolc.dm<sup>-3</sup>), P(mg.dm<sup>-3</sup>) e K(mg.dm<sup>-3</sup>), segundo EMBRAPA, 1999.

As medidas coletadas para comprimento de raiz foram realizadas, tomando como base da região do colo da planta até ao final da raiz pivotante, já para altura da planta foi medido da base do colo da planta até a região de alcance das folhas superiores, utilizando-se uma fita métrica. Na medição do colo da planta foi utilizado um paquímetro, e para os pesos uma balança analítica de precisão.

### **3.3 Levantamento das interações planta-fungos micorrízicos**

Foi realizado um levantamento inicial das interações planta-fungos micorrízicos, antes da instalação do experimento 3, nas mudas de *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana e *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev, produzidas no Horto Carlos Toledo Rizzini, localizado no Parque Arruda Câmara (Bosque da Barra), R.J.. Para essa análise, foram retiradas as raízes mais finas de 5 plantas de cada espécie, que passaram por procedimentos de análises descritos abaixo (3.3.1) no laboratório de micologia, na Embrapa-Agrobiologia. A finalidade desta análise prévia foi realizar a identificação da presença ou não de colonização micorrízica nas espécies estudadas, através da visualização de estruturas características como hifas, arbúsculos, esporos aderidos à epiderme ou no interior das células da raiz.

Para identificação das infecções por fungos micorrízicos, foi feita a clarificação e coloração das raízes mais finas, onde através das mesmas em sua maioria, ocorrem as penetrações pelos FMAs; utilizando os métodos de KOSKE, R.E. & GEMA, J.N. (1989) e GRACE, C. & STRIBLEY, D.P., (1991) com adaptações.

#### **3.3.1 Coleta de amostras, identificação e análise de colonização micorrízica**

A análise de colonização micorrízica foi realizada para o experimento 1 e 3, sendo utilizada uma amostra de até 2 g de raízes frescas para cada repetição. Essas raízes foram acondicionadas em vidros com álcool a 70 % para sua conservação, até a sua utilização nas fases de coloração. O método adaptado para identificação ou coloração, da colonização micorrízica consistiu nas seguintes etapas: As raízes foram retiradas do álcool 70% sendo lavadas com auxílio de uma peneira, com água corrente, e em seguida foram colocadas em tubos de ensaio com uma solução de KOH (10%). Utiliza-se esta concentração quando as raízes são escuras. Nesta solução elas permanecem por um período de 12 horas, sendo aquecidas no dia seguinte a uma temperatura de 76° C por 1h20min. Após, as raízes foram lavadas em água corrente com o uso de uma peneira, e adicionadas à solução de água oxigenada alcalina (10 ml de NH<sub>4</sub>OH 20% + 100 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%) em tubo de ensaio. Esse

volume deve cobrir as raízes na proporção 1x10 v/v. O tempo que as raízes permaneceram no peróxido de hidrogênio foi de 25 minutos. Posteriormente, foi passada novamente as raízes em água corrente e adicionado HCl (2%), ficando nessa solução por 1 hora. Depois foi retirado o ácido, lavando as raízes em água corrente, e foi colocada a solução de glicerol 1% + azul de metila, e os tubos de ensaio foram para o banho-maria a uma temperatura de 80 ° C, por 25 minutos. Após essa etapa foi retirado o excesso de solução e colocado à solução ácida de glicerol claro (solução preservante).

Após a realização da coloração das raízes foi feita a análise da taxa de colonização, utilizando-se o método de Brundrett, (1994). Nesta etapa, as raízes foram colocadas em lâminas para observação ao microscópio óptico, modelo Zeiss, utilizando o aumento de 10 vezes. Este método consiste na observação de 100 campos visuais das amostras de raízes por repetição. Foram consideradas colonizações positivas a presença de hifas, vesículas, e esporos observados no interior da epiderme da raiz.

### **3.3.2 Efeito da inoculação com fungos micorrízicos na espécie de *Clusia fluminensis* Planch. & Triana (Experimento 3).**

Para esse experimento as sementes de *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana foram esterilizadas em álcool etílico 70% (v/v) por 30 segundos, em seguida foram colocadas em água destilada, depois em hipoclorito de sódio a 5% (v/v) por 30 segundos, e por último passadas em água destilada.

As sementes após esse processo foram colocadas para germinação em bandejas plásticas esterilizadas com álcool a 70% (v/v), contendo a mistura areia e vermiculita autoclavadas, sendo a quantidade de areia em proporção maior, aproximadamente 2:1. As plântulas após 20 dias a germinação foram repicadas para tubetes plásticos, onde foram arrumados em gradis segundo os diferentes tipos de tratamentos. As mesmas receberam números ao acaso e foram sendo sorteadas para suas colocações nos tubetes. A arrumação dos tubetes nas grades de sustentação foi realizada de maneira aleatória, sendo que os tratamentos inoculados e não inoculados, foram colocados intercalados, afim de não acontecer contaminação entre eles. No decorrer do experimento essas grades foram movidas pela casa de vegetação e os tubetes dentro de cada tratamento também foram movimentados. Na figura 2 é mostrado a fase inicial das mudas do tratamento 1 e a sua disposição nas grades.

Foram utilizados 2 tipos de solos: 1 - COMLURB, composto utilizado no Bosque da Barra, 2. Arenoso, coletado na Fazendinha, sendo uma mistura de 1:1 (arenoso/areia lavada), onde para cada 1 kg da mistura foi adicionado 5,5 g de fosfato de rocha.

A análise química do solo utilizado no Horto Carlos Toledo Rizzini para produção das mudas, denominado solo COMLURB, e do solo arenoso foi realizada no laboratório de solos na Embrapa Agrobiologia (EMBRAPA, 1999), e apresentou os seguintes resultados, expressos na Tabela 2 e 3:

**Tabela 2.** Atributos químicos do solo COMLURB utilizado no Horto Florestal do Bosque da Barra.

Profundidade (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca <sup>3</sup>	Mg <sup>3</sup>	Ca+ Mg <sup>3</sup>	Al <sup>3</sup>	P <sup>1</sup>	K <sup>2</sup>	N
		-----Cmolc.dm <sup>-3</sup> -----				--mg.dm <sup>-3</sup> --		%
0 – 20	6,2	5,2	0,3	5,5	0,2	137,9	532,8	0,174

1- Extrator de Mehlich I, 2- Extrator Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 3- Extrator KCl 1 N

**Tabela 3.** Atributos químicos do solo arenoso avaliado na profundidade de 0-20 cm da área experimental fazendinha na Embrapa Agrobiologia, RJ.

Profundidade (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca <sup>3</sup>	Mg <sup>3</sup>	Ca+ Mg <sup>3</sup>	Al <sup>3</sup>	P <sup>1</sup>	K <sup>2</sup>	N
		-----Cmolc.dm <sup>-3</sup> -----				--mg.dm <sup>-3</sup> --		%
0 – 20	5,6	1,8	0,6	2,4	0,0	4,0	16,5	0,068

1- Extrator de Mehlich I, 2- Extrator Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 3- Extrator KCl 1 N

Esse experimento foi conduzido na Embrapa Agrobiologia, com delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos utilizados foram respectivamente, T1-Solo arenoso, não autoclavado, com fungos, com fosfato de rocha, T2-Solo arenoso, não autoclavado, sem fungos, com fosfato de rocha, T3 - Solo COMLURB, não autoclavado, com fungos, sem fosfato de rocha, T4 - Solo COMLURB, não autoclavado, sem fungos, sem fosfato de rocha, T5 - Solo Arenoso, autoclavado, com fungos, com fosfato de rocha, T6-Solo Arenoso, autoclavado, sem fungos, com fosfato de rocha.

Os tratamentos com inoculação de fungos foram constituídos da mistura solo + (solo inóculo). O solo inóculo é uma mistura de solo com esporos de FMAs - (*Glomus clarum* +

*Gigaspora margarita*), provenientes de vasos de cultivo, onde foi realizada a multiplicação desses fungos vindos da coleção de fungos da Embrapa Agrobiologia. Nos tratamentos que receberam os fungos, foi colocada a quantidade de 30 cm<sup>3</sup> de solo inóculo adicionada ao solo do tratamento, contendo aproximadamente 26 esporos de *Gigaspora margarita*, para 639 de *Glomus clarum*, sendo dispostos no segundo terço do tubete.

Em todos os tubetes foi aplicada uma solução nutritiva, mostrada na Tabela 4, parceladas em 3 aplicações de 15 mL. Na tabela é mostrada a concentração de preparação da solução estoque e as quantidades na preparação para 1 L de solução. Na instalação do experimento, todos os tubetes receberam uma solução denominada filtrado de inóculo. A preparação consistiu em: foi colocado 30 cm<sup>3</sup> de solo inóculo em um balde, e adicionou-se 700 mL de água. Esse material foi passado em peneiras de 425 micrômetros e 53 micrômetros, sendo o produto líquido recolhido em um becker. Posteriormente, foi passado esse material em papel de filtro, para então ser aplicado em todos os tubetes. Foi realizada uma irrigação com essa solução aquosa, na quantidade de 5 mL, do filtrado de inóculo. A finalidade foi a equalização da fauna microbiana nos tratamentos, no início do experimento.

**Tabela 4.** Componentes químicos da solução nutritiva aplicada no experimento 3, realizado na casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia, em *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana.

Sol.Estoq.	Concentração	Aplicação
KCl	22,365 g/100ml	1 ml/L
CaCl <sub>2</sub> .(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub>	29,40 g/100ml	1ml/L
MgSO <sub>4</sub> .(H <sub>2</sub> O) <sub>7</sub>	24,648 g/100ml	1 ml/L
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,625 g/100ml	0,04 ml/L
MnSO <sub>4</sub> . H <sub>2</sub> O	2,5 g/100ml	
ZnSO <sub>4</sub> . (H <sub>2</sub> O) <sub>7</sub>	0,625 g/100ml	
CuSO <sub>4</sub> . (H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub>	0,625 g/100ml	
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub>	0,0625 g/100ml	
Fe-EDTA	1,6 g/100ml	1 ml/L
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	15 g/L	33 ml/L

No decorrer do experimento foram realizadas 3 medições para altura das plantas, número de folhas, sendo registradas duas medidas (C1) e (C2), para o cálculo da área da roseta, segundo a fórmula  $\sqrt{(C1 \cdot C2)}$ , proposta por Scolforo, para cálculo de área de cobertura. Onde C1 foi o maior diâmetro da área da planta, e C2 foi o menor diâmetro, medido perpendicularmente ao C1. Essa medida foi realizada com o paquímetro. Essa medição possibilita verificar o aumento em área, altura da planta, e número de folhas, no período da

medição (86 dias). A primeira medição foi realizada no dia 04 de dezembro de 2007, a segunda foi no dia 23 de dezembro de 2007 e a terceira no dia 28 de fevereiro de 2008.

Ao final desse experimento, após 121 dias, foram realizadas as análises dos seguintes parâmetros morfológicos e fisiológicos: altura da planta (APL), comprimento de raiz (CR), diâmetro do colo da planta (Dcolo), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), relação massa seca de raiz e parte aérea (MSR/MSPA), percentual de colonização micorrízica, teor de umidade na raiz (U), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), massa fresca de folhas (MFF) e pH do solo em água (EMBRAPA, 1999).

As amostras de solo retiradas dos tubetes foram secas a sombra e passadas na peneira de 2 micrômetros para realização da análise de fertilidade do solo. Foram feitas as análises no laboratório de solos da Embrapa Agrobiologia, onde foram medidos os teores de Al ( $\text{Cmolc.dm}^{-3}$ ), Ca ( $\text{Cmolc.dm}^{-3}$ ), Mg ( $\text{Cmolc.dm}^{-3}$ ), P( $\text{mg.dm}^{-3}$ ) e K( $\text{mg.dm}^{-3}$ ), segundo EMBRAPA, 1999.

Os dados foram submetidos ao programa estatístico SAEG, para realização do teste de normalidade e Tukey a 5% de probabilidade.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### - Experimento 1 e 2

Antes da instalação do experimento foi necessária a determinação da taxa de germinação para as espécies vegetais utilizadas, mediante poucos dados apresentados nessa questão e também pelo reduzido número de sementes disponíveis. Foi determinada a percentagem de germinação, sendo realizado um pequeno ensaio no laboratório, em placa de petri, onde as sementes foram colocadas diretamente sob o algodão umedecido sem esterilização, e em 12 dias, para a espécie *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev obteve-se uma germinação de 83,33 %. Para a espécie *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana foi observada uma percentagem de germinação de 63,15%. ZAMITH (2001) realizando testes de germinação com espécies de restinga, constatou valores de taxa de germinação de 94%, para *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev e de 56%, para *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana.

Por observação, para *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana não foi verificada a grande necessidade de água na sua fase de germinação e durante o período experimental, apresentando boa resistência a temperaturas altas, já para *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev houve menor resistência e necessitou de maior frequência de irrigação.

Na **Tabela 5** é mostrada a variação média para os parâmetros altura da planta (APL), comprimento de raiz (CRAiz), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), no experimento 1, para a espécie *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana e seus respectivos coeficientes de variação da análise de variância.

Os resultados obtidos para o experimento 1 (*Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana), demonstram que o tratamento  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  na dosagem de 20 mg, apresentou os maiores valores em média para os parâmetros comprimento de raiz (CRAiz), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR). Já para altura de planta (APL), foi observado que o tratamento que melhor proporcionou incremento em altura, foi o tratamento com a fonte  $\text{N-NH}_4\text{NO}_3$ , para a dose de 20 mg, com média 14,533. As plantas submetidas apenas ao solo Planossolo - sem nenhum tipo de adubação (T0), ficaram evidentes o menor crescimento em altura, e também apresentaram os menores valores médios nos parâmetros comprimento de raiz (CRAiz), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) (**Tabela 5**). Esse resultado demonstra que a *Clusia* pode apresentar problemas de crescimento quando produzidas em solo com fertilidade baixa, como apresentado na **Tabela 1**, para o solo Planossolo, onde para K, Ca e Mg apresentaram teores baixos; e o único

elemento em teor médio foi o P (CAMARGOS, 2005). Podendo apresentar a necessidade de adubação com micronutrientes também.

**Tabela 5.** Variação média da influência dos tratamentos no acúmulo de matéria seca na parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR), altura da planta (APL) e matéria seca de raiz (MSR), no experimento 1, em *Clusia fluminensis Planch. & Triana*.

<b>Tratamentos</b>	Comprimento de Raiz (cm)	Altura de Planta (cm)	Matéria seca da Parte Aérea (g)	Matéria seca de Raiz (g)
Testemunha sem adubação	10,5333 b	9,6667 b	0,5325 b	0,0785 b
Testemunha	11,9167 ab	13,5333 ab	1,2240 ab	0,2535 ab
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O 20 mg de N	<b>21,9500 a</b>	<b>14,3250 a</b>	<b>1,3670 a</b>	<b>0,5067 a</b>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O 40 mg de N	15,9738 ab	<b>14,1595 a</b>	<b>1,2458 a</b>	0,2591 ab
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20 mg de N	14,1167 ab	13,2833 ab	1,0958 ab	0,2645 ab
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 40 mg de N	13,2167 ab	12,2000 ab	0,7725 ab	0,2170 ab
N-NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 20 mg de N	14,6333 ab	<b>14,5333 a</b>	1,2035 ab	0,2888 ab
N-NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 40 mg de N	14,4047 ab	12,7298 ab	0,9637 ab	0,2972 ab
	CV : 37,943	CV : 17,771	CV : 35,838	CV : 64,063

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para os parâmetros umidade da raiz, pH, peso de raiz fresco, diâmetro do colo da planta, não foi obtida diferença significativa para os valores médios obtidos, e o coeficiente de variação foram, respectivamente, 0,985; 7,054; 60,632 e 19,405.

Na análise do parâmetro taxa de colonização (%) foi obtido maior valor em média para o T0 - Planta sem adubação complementar, mostrando ser significativamente diferente dos demais tratamentos (**Tabela 6**). Esse tratamento T0 apresentou na análise para o elemento fósforo, medido nos solos ao final do experimento, menor valor médio, sendo de 1,866 (B); e o tratamento que apresentou maior valor médio de fósforo foi o T4 com 25,966 (A).

**Tabela 6.** Variação média dos tratamentos na influência da taxa de colonização para *Clusia fluminensis* Planch. & Triana.

Tratamentos		Taxa de colonização
Testemunha sem adubação		83,500 A
Testemunha		52,333 AB
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	20 mg de N	59,409 AB
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	40 mg de N	25,382 B
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20 mg de N	51,166 AB
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40 mg de N	35,833 B
N-NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	20 mg de N	30,500 B
N-NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40 mg de N	44,864 AB

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## - Experimento 2

Os resultados obtidos nas análises para a espécie *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev, demonstram que os tratamentos influenciaram no acúmulo de matéria seca, na parte aérea e na altura das plantas. Na **Tabela 7** é mostrado os valores médios encontrados para os parâmetros altura da plantas (APL) e massa seca da parte aérea (MSPA), após a realização do teste de Cochran e Bartlett, seguido do teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Foi observado que nenhum dos tratamentos influenciou no acúmulo de massa seca na raiz (CV= 62,809), não mostrando uma diferença significativa também para o parâmetro comprimento de raiz (CV=29,071). No parâmetro altura da planta os tratamentos que obtiveram maiores valores e diferiram significativamente, foram para as fontes nitrogenadas com base amoniacal (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e com a combinação de ambas, amoniacal e nítrica NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, nas dosagens de 40 mg de N.

Houve maior acúmulo de biomassa da parte aérea nas plantas que foram submetidas ao tratamento com 40 mg de N na fonte de base amoniacal (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. As plantas que menos acumularam massa na parte aérea e obtiveram menor altura, foram aquelas que não receberam nenhum tratamento com nitrogênio e adubação complementar. Já para as testemunhas, as quais foram sujeitas apenas a adubação complementar e não receberam Nitrogênio, não foi verificada diferença significativa com os demais tratamentos.

Para as plantas que foram submetidas apenas ao solo in natura coletado, ou seja, não receberam nem Nitrogênio e adubação complementar, fica em evidência o mal crescimento e o menor acúmulo de massa seca na parte aérea e também na sua altura, indicando uma possível necessidade de adubação mínima para a espécie em questão, ou a falta de algum nutriente importante para a planta tenha provocado tal problema. Foi encontrado para o tratamento (T0) assim como para os tratamentos (T1,T2,T3,T4) menores valores médios para a análise do elemento fósforo, sendo respectivamente, 10,800 (C); 9,633 (C); 8,766 (C); 20,700; 12,166 (C).

**Tabela 7.** Variação média da influência dos tratamentos no acúmulo de matéria seca na parte aérea e altura de planta em *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev.

Tratamentos	Peso da Parte Aérea (g)	Altura de Planta (cm)
Testemunha sem adubação	1,6547 b	16,1167 b
Testemunha	2,0617 ab	18,1167 ab
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O 20 mg de N	2,2412 ab	19,0333 ab
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O 40 mg de N	2,2647 ab	20,8333 ab
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 20 mg de N	2,8677 ab	21,0500 ab
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 40 mg de N	<b>3,4038 a</b>	<b>24,5333 a</b>
N-NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 20 mg de N	2,8097 ab	22,0500 ab
N-NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 40 mg de N	2,4580 ab	<b>23,4500 a</b>
	CV: 29,40	CV: 17,68

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



**Figura 1.** Mudas de *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev em primeiro plano, na sua fase final do experimento.

### - Experimento 3

Antes da realização desse experimento também foi realizado um pequeno ensaio no laboratório, para determinação da taxa de germinação, visto que lotes de sementes diferentes podem apresentar taxas de germinação diferentes para uma mesma espécie. Foi verificado no ensaio que a espécie *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana apresentou uma grande perda do número de sementes quando sujeitas a pequenas variações de umidade na sua fase de germinação, e quando colocadas em substrato contendo muita vermiculita, sendo necessária uma maior quantidade de areia nas bandejas.

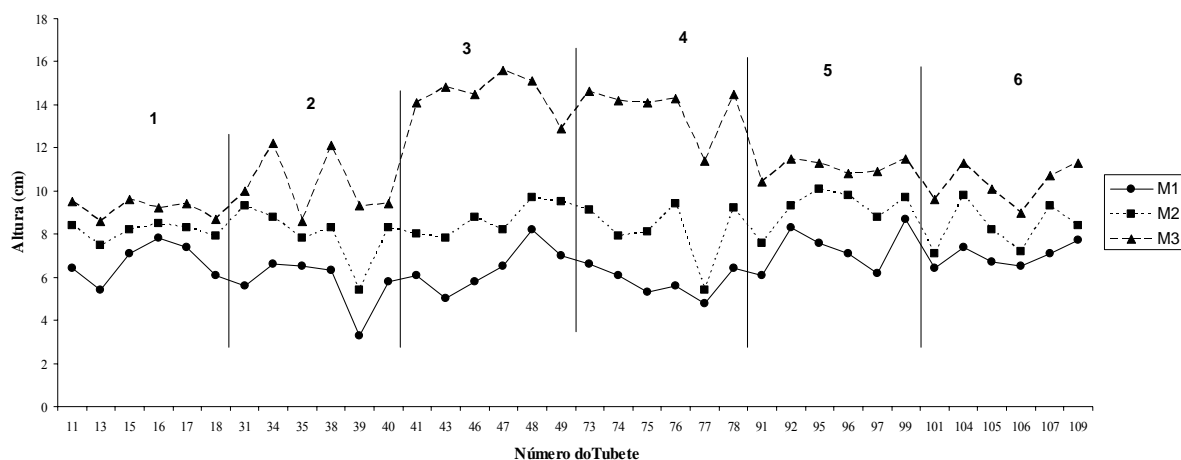
No experimento 3 na fase de investigação quanto à presença de colonização micorrízica nas raízes das mudas do Horto Carlos Toledo Rizzini, para *Clusia fluminensis* Planch. & Triana foram detectadas nas células epidérmicas a presença de hifas de colonização por Fmas (fungos micorrízicos arbusculares), e em *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev não foi encontrada nenhuma presença de hifas, o que não descarta a possibilidade dessa espécie realizar micorrização com outro tipo de fungo não-micorrízico, ou até com micorrízico, sendo necessária uma análise em maior número de amostras até que se comprove realmente.

Os possíveis problemas vinculados ao desenvolvimento das mudas no Horto e também na área de plantio, podem estar atrelados à interferência de fatores atuantes isolados ou não, onde dentre eles, às condições nutricionais em que são submetidas às mudas. Neste caso foram realizadas análises de fertilidade do solo, para se detectar possível deficiência nutricional, e de forma comparativa aos resultados obtidos em todos os experimentos foi

estabelecida uma relação com esse parâmetro. Através de uma análise de correlação pelo programa SAEG, foram analisados quais as correlações positivas existiram entre os parâmetros químicos encontrados e os parâmetros morfológicos.

No decorrer do experimento 3 foram realizadas 3 medições para altura das plantas, número de folhas, e foram registradas duas medidas (C1) e (C2), para o cálculo da área da roseta, segundo a fórmula  $\sqrt{(C1*C2)}$ , proposta por Scolforo, para cálculo de área de cobertura. Essa medição possibilitou verificar o aumento ou diminuição em área da roseta, altura da planta e número de folhas, no período da medição (86 dias). O parâmetro área da roseta pode ser entendido, como área de sombreamento ou cobertura da planta.

Na **Figura 3** é mostrada as variações de altura que foram medidas em um intervalo de 86 dias, para os dados brutos em cm, tomados de todas as 36 plantas do experimento 3. Para esse parâmetro altura de planta, os tratamentos T3 - Solo COMLURB, não autoclavado, com fungos, sem fosfato de rocha e T4 - Solo COMLURB, não autoclavado, sem fungos, sem fosfato de rocha apresentaram maior resposta do que os demais tratamentos.



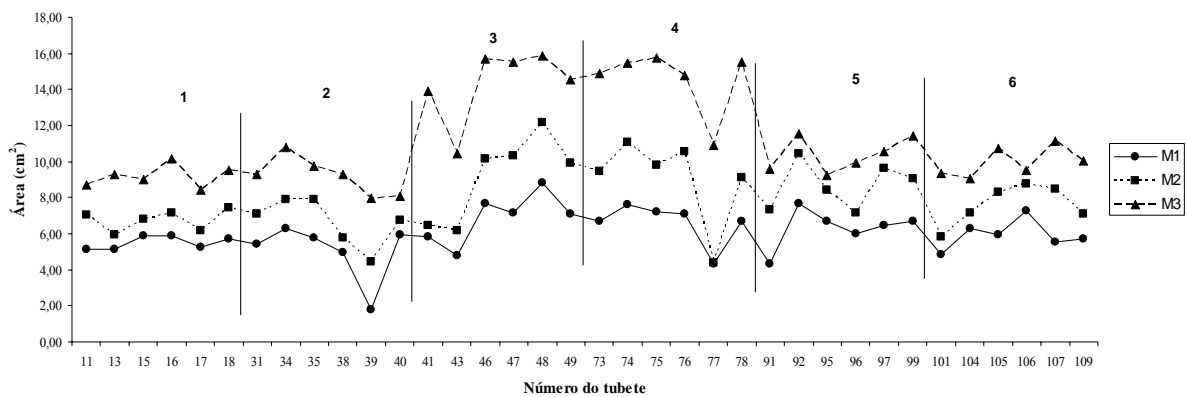
**Figura 3.** Variações na altura das mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & *Triana* nos diferentes tratamentos (1,2,3,4,5,6), no período de 86 dias, realizado em 3 medições. (Experimento 3)

Foi verificado um maior valor médio nos parâmetros altura da planta, peso fresco de folhas e peso seco de folhas, para os tratamentos: T3 - Solo COMLURB, não autoclavado, com fungos, sem fosfato de rocha e T4 - Solo COMLURB, não autoclavado, sem fungos, sem fosfato de rocha, apresentando diferença significativa em relação aos demais tratamentos (**Tabela 8**). As médias de maior significância para o parâmetro pH e comprimento de raiz, foram verificadas para o tratamento 4, sendo a menor média de pH observada no tratamento 1 e para comprimento de raiz no tratamento 5.

**Tabela 8.** Variação média da influência dos tratamentos no pH (pH), comprimento de raiz (CRaiz), peso seco folhas (PSF), peso fresco folhas (PFF), altura da planta (APL) nas mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana, 121 dias após o plantio. (Experimento 3)

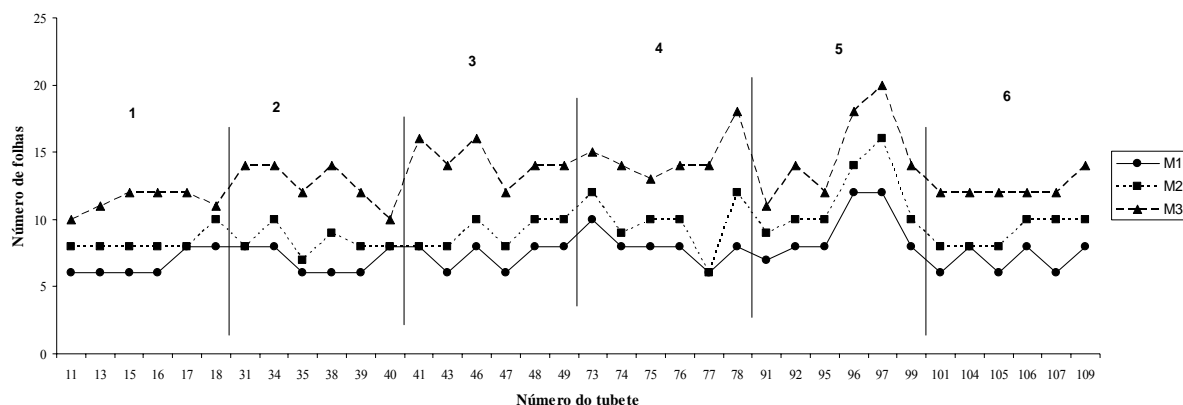
TRAT.	pH	CRaiz (cm)	PSF (g)	PFF (g)	APL (cm)
1	5,150 C	22,033 B	0,637 B	5,926 B	9,166 C
2	5,300 BC	20,233 B	0,689 B	5,638 B	10,266 BC
3	5,450 AB	36,516 AB	<b>1,933 A</b>	<b>16,923 A</b>	<b>14,500 A</b>
4	<b>5,550 A</b>	<b>45,983 A</b>	<b>2,211 A</b>	<b>18,431 A</b>	<b>13,850 A</b>
5	5,333 ABC	19,033 B	1,035 B	7,834 B	11,066 B
6	5,416 AB	31,116 AB	0,805 B	7,171 B	10,333 BC
Dms	0,218	17,852	0,581	4,310	1,744

Os tratamentos 3 e 4 também apresentaram maior variação de área da roseta, em relação aos demais tratamentos, ou seja, plantas que tiveram maior potencial de crescimento acumularam, apresentaram mais biomassa de folhas e formaram uma maior área de captação de luz (**Figura 4**).



**Figura 4.** Variações de área da roseta das mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana nos diferentes tratamentos (1,2,3,4,5,6), no período de 86 dias, realizado em 3 medições. (Experimento 3)

Embora as maiores variações em área de roseta tenham ocorrido para os tratamentos 3 (Solo COMLURB, não autoclavado, com fungos, sem fosfato de rocha) e 4 (Solo COMLURB, não autoclavado, sem fungos, sem fosfato de rocha), foi observado que as respostas quanto ao número de folhas, medidas para o mesmo intervalo de tempo (86 dias), não corresponderam para os mesmos, sendo o tratamento 5 (Solo Arenoso, autoclavado, com fungos, com fosfato de rocha) o que obteve plantas com maior número de folhas (**Figura 5**).



**Figura 5.** Variações no número de folhas das mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana nos diferentes tratamentos (1,2,3,4,5,6), no período de 86 dias, realizado em 3 medições. (Experimento 3)

Foi verificado que houve diferenças significativas para os parâmetros acúmulo de matéria seca da parte aérea e raízes, assim como para o peso fresco da parte aérea e raízes, para os tratamentos aplicados com inoculação de FMAs, nas mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana. Na **Tabela 9** são mostrados essas variações de peso e a relação peso seco da parte aérea x peso seco de raiz.

**Tabela 9.** Variação média da influência dos tratamentos no acúmulo de matéria seca, e relação peso de matéria seca da parte aérea/ peso de matéria seca de raiz das mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana, 121 dias após o plantio. (Experimento 3)

TRAT.	Peso Fresco		Peso Seco		PSA/PSR
	Aéreo (g)	Raízes (g)	Aéreo (g)	Raízes(g)	
1	6,139 B	5,448 C	0,784 B	0,712 B	1,101
2	6,752 B	6,827 BC	0,841 B	0,938 B	0,896
3	<b>19,467 A</b>	13,075 AB	<b>2,290 A</b>	1,538 AB	1,488
4	<b>20,864 A</b>	<b>15,612 A</b>	<b>2,577 A</b>	<b>1,895 A</b>	1,360
5	9,439 B	11,085 ABC	1,315 B	1,413 AB	0,931
6	8,458 B	9,938 ABC	0,988 B	1,371 AB	0,721
Dms	4,80	7,065	0,677	0,833	





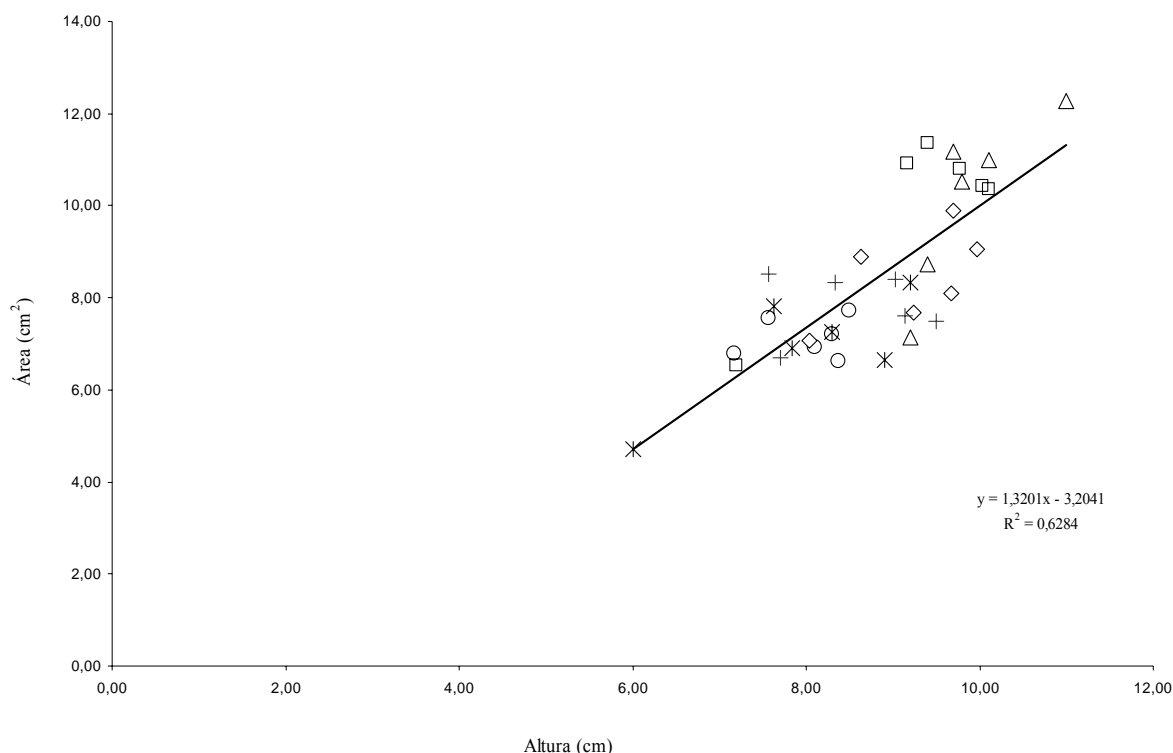
**Figura 2. Organização das mudas de *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana, no experimento 3, mostrando o tratamento 1, em sua fase inicial.**

Na **Tabela 10** é mostrada as variações ocorridas nos parâmetros área roseta (AR), número de folhas (NF) e aumento em área (AAR); onde se verifica que os tratamentos 3 e 4 responderam de maneira semelhante para (AR) e (AAR), apresentando os maiores valores médios. Já nos tratamentos 4 (Solo COMLURB, não autoclavado, sem fungos, sem fosfato de rocha) e 5 (Solo Arenoso, autoclavado, com fungos, com fosfato de rocha) obtiveram maior significância no parâmetro número de folhas.

**Tabela 10.** Variação média da influência dos tratamentos na área roseta (AR), número de folhas (NF) e aumento em área (AAR) nas mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana, 121 dias após o plantio. (Experimento 3)

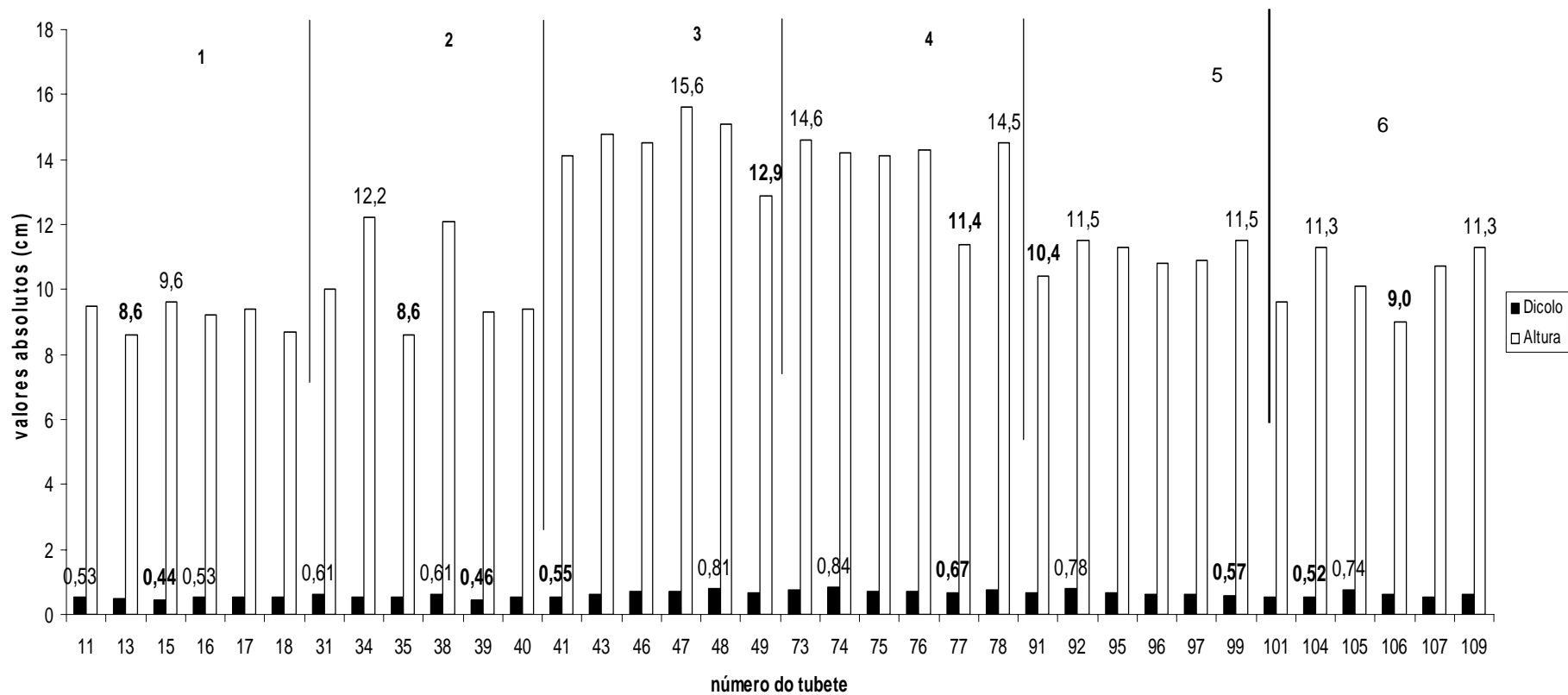
TRAT.	AR (cm <sup>2</sup> )	NF	AAR (cm <sup>2</sup> )
1	9,180 B	11,333 B	2,466 C
2	9,177 B	12,166 AB	4,583 B
3	<b>14,322 A</b>	14,333 AB	<b>8,066 A</b>
4	<b>14,538 A</b>	<b>14,666 A</b>	<b>8,050 A</b>
5	10,363 B	<b>14,833 A</b>	3,733 BC
6	9,971 B	12,333 AB	3,366 BC
Dms	2,332	3,315	1,790

Abaixo na **Figura 6** é mostrada a distribuição das mudas de *Clusia fluminensis* (Planch) & *Triana* segundo suas alturas e áreas de roseta. A altura pode ser considerada um elemento para expressar a capacidade fotossintética e a área de transpiração (CARNEIRO, 1995). Os tratamentos T3 (Solo COMLURB, não autoclavado, com fungos, sem fosfato de rocha) e T4 (Solo COMLURB, não autoclavado, sem fungos, sem fosfato de rocha) novamente se destacam por apresentar maior relação altura/ área.



**Figura 6.** Relação entre as médias de altura e área da roseta das 36 mudas de *Clusia fluminensis* (Planch) & *Triana* no período de 86 dias, nos diferentes tratamentos: T1 (○);T2 (\*);T3 (Δ);T4 (□);T5 (◇);T6(+)

As distribuições de altura de planta e diâmetro do colo são mostradas na **Figura 7**, e pode se verificar que os tratamentos 3 e 4 apresentaram maiores valores de altura e de diâmetro, com plantas atingindo aproximadamente 15 cm de altura e 0,84 cm de diâmetro. Esta relação exprime o equilíbrio de desenvolvimento das mudas, no viveiro, sem considerar o sistema radicial como parâmetro de classificação de qualidade.



**Figura 7.** Relação entre a Altura da planta (cm) e o Diâmetro do colo (cm) das mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana, no experimento 3, após 4 meses da germinação.

## 5 CONCLUSÕES

- Os resultados sugerem que as fontes nitrogenadas com a base amoniacal são as mais indicadas para potencializar o crescimento de *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev em fase de viveiro.
- Para a espécie *Clusia fluminensis* (Planch.) & Triana a fonte nitrogenada  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  na dosagem de 20 mg, propiciou aumentos significativos para os parâmetros comprimento de raiz (CRaiz), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR). Já para o parâmetro altura de planta (APL) ficou verificado que o tratamento que melhor proporcionou incremento foi o tratamento com a fonte  $\text{N-NH}_4\text{NO}_3$ , na dose de 20 mg.
- O solo utilizado para produção de mudas no Horto Carlos Toledo Rizzini, apresentou níveis de fertilidade bom, com somente magnésio apresentando valor baixo. Os maiores valores médios foram encontrados nos parâmetros altura da planta, peso fresco de folhas e peso seco de folhas, para os tratamentos: T3 - Solo COMLURB, não autoclavado, com fungos, sem fosfato de rocha e T4 - Solo COMLURB, não autoclavado, sem fungos, sem fosfato de rocha.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J.M. & INGRAM, J.S.I. **Tropical soil biology and fertility**. A handbook of Methods, 1993.

AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. **Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta**. Ferramentas para uma agricultura sustentável. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2005, 367 p.

BACKHEUSER, E. Geografia carioca: a Restinga de Marambaia. **Boletim Geográfico**, 4 (40), p.442-445, 1946.

BERBARA, R.L.L., SOUZA, F.A., FONSECA, H.M.A.C. Fungos Micorrízicos Arbusculares: Muito além da nutrição. In: **Nutrição Mineral de Plantas**, Fernandes, M. S. ed., SBCS, pp. 53-88, 2006.

BRUNDRETT, MARK. Diversity and classification of mycorrhizal associations. **Biological Reviews**, 79, p. 473-495, 2004.

BRUNDRETT, M.; MELVILLE, L; PETERSON, L. Practical methods in Mycorrhiza Research. **Mycology Publications**. 1994.

CAMARGOS, S. L. **Interpretação de Análise de solo**. Universidade Federal de Mato Grosso. Departamento de Solos e Engenharia Rural. Cuiabá. MT. 11p. 2005.

CARNEIRO, J.G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba. UFPR/FUPEF, Campos, UENF, 1995. 451 p.

CARNEIRO, M.A.C., SIQUEIRA, J.O., MOREIRA, F.M.S., CARVALHO, D. de, BOTELHO, S.A., JUNIOR, O.J.S. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. **Cerne**, v.4, n.1, p.129-145, 1998.

CARVALHO, L.C., FREITAS, A.F.N. de, ROCHA, C.F.D. & SLUYS, M.V. Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restingas no Parque

Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Revista Brasileira Botânica**, v. 24, n.1, mar.2001.

CUENCA, G., ANDRADE, Z. de, LOVERA, M., FAJARDO, L., MENEZES, E. Mycorrhizal response of *Clusia pusilla* growing in two different soils in the field. **Trees**, 17, p. 200-206, 2003.

DIAS, L.E., ALVAREZ, V.H.V., BRIENZA, S.J. Formação de mudas de *Acacia mangium Willd.* **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p.11-22, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PEQUISA AGROPECUÁRIA. SILVA, F. C. da. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999, 370 p.

FARIA, S.M. de, LEWIS, G.P., SPRENT, J.I., SUTHERLAND, J.M. Occurrence of nodulation in the Leguminosae. **New Phytologist**, v.111, p. 607-619, 1989.

FILHO, T.B.S., SAMPAIO, L.C., GOI. S.R., NETO, J.J. Effect of different sources of Nitrogen on nodulation of *Inga laurina* (Sw.) Willd. In: **22° Latin-American conference on rhizobiology**, Miguel Pereira, 2004.

FILHO, T.B.S. & GOI. S.R. Efeito de diferentes fontes de Nitrogênio no crescimento inicial de *Sophora tomentosa* L. (Leguminosa). IN: **Jornada de Iniciação Científica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 2004.

FISHER, R.F. & JUO, A.S.R. Mechanism of tree growth in acid soil. In: **Nitrogen fixing trees for acid soils**, p.1-18, 1995.

FONSECA, F.A. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas**. 2005. 74p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ.

FRANCO, A.C., VALERIANO, D.M., SANTOS, F.M., HAY, J.D., HENRIQUES, R.P.B. & MEDEIROS, R.A. Os microclimas das zonas de vegetação da praia da restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. IN: **Restingas: Origem, estrutura e processos**. (L.D. Lacerda, D.S.D. Araujo, R. Cerqueira & B. Turcq, orgs.). CEUFF, Niterói, p.413-425, 1984.

FURTINI – NETO, A.E., SIQUEIRA, J.O., CURI, N., MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. IN: **Nutrição e Fertilização florestal**. Eds. J. Leonardo de M. Gonçalves e Vanderlei Benedetti. Ipef, 2000. 427 p.

GOI, S.R.; SPRENT, J.I.; JAMES, E. K.; & JACOB-NETO, J. Influence of nitrogen form and concentration on the nitrogen fixation of *Acacia auriculiformis*. **Symbiosis**, n.14, p.115-122, 1992.

GOI, S.R. **Nitrogen nutrition of nodulated woody legumes**. PhD thesis. University of Dundee, 1993.

GOI, S.R. A enzima redutase do nitrato em espécies arbóreas: localização e importância ecológica. **Revista Floresta e Ambiente**, 112, p.447-453, 1995.

GOI, S.R.; SPRENT, J.I.; JAMES, E. K.; & JACOB-NETO, J. Effect of different sources of nitrogen on the structure of *Mimosa caesalpiniaefolia* root nodules. **Soil Biology and Biochemistry**, n.29, p.983-987, 1997.

GOI, S.R. **Ureídos em Leguminosas Tropicais: ocorrência e efeitos de fatores ambientais**. 1981. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de solos. Seropédica, RJ.

GOMES, J.B.V.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B. & MENDONÇA, E.S. Solos de três áreas de restinga. I. Morfologia, caracterização e classificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33: 1907-1919, 1998.

GOMES, F.H.; VIDAL-TORRADO, P.; MACÍAS, F.; GHERADI, B. & OTERO, X.L. Solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso (SP): I. Caracterização e classificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:1563-1580, 2007.

GONÇALVES, C.A. **Efeito de diferentes formas de nitrogênio e níveis de fósforo na nodulação e estabelecimento de *Inga marginata* e *Plathymenia rediculata* (Benth.)**. Monografia do curso de especialização em Ciências ambientais, UFRRJ, 46p., 1997.

GONÇALVES, C. de A.; GOI, S.R.; JACOB-NETO, J. Crescimento e nodulação de *Inga marginata* em resposta a adição de Nitrogênio, fósforo e inoculação com rizóbio. **Revista Floresta e Ambiente**, v.6, p.118-126, 1999.

HAY, J.D. & LACERDA, L.D. Importância de algumas espécies vegetais perenes em um ecossistema de dunas de areia. **Ciência & Cultura**, 39 (7), p.491-492, 1977.

HARLEY, J.L. & SMITH, S.E. **Mycorrhizal Symbiosis**. Academic Press, London, 1983, 483 p.

HEIJDEN, M.G.A. VAN DER, KLIRONOMOS, J.N., URSIC, M., MOUTOGLIS, P., ENGEL, R.S., BOLLER, T., WIEMKEN, A., SANDERS, I.R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. **Nature**, v.396, p. 69-72, doi:10.1038/23932, 05 nov. 1998.

HENRIQUES, R.P.B., ARAUJO, D.S.D. & HAY, J.D. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v.9, p.173-189, 1986.

HODGE, A.; CAMPBELL, C. D.; FITTER, A. H. An arbuscular mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material. 2001, **Nature**, v. 413, n. 6853, p. 297-299, ISSN 0028-0836.

JACOB-NETO, J., GOI, S.R., SPRENT, J.I. Efeito de diferentes formas de nitrogênio na nodulação e crescimento de *Acacia mangium*. **Revista Floresta e Ambiente**, v.5, p.104-110, 1998.



JANOS, D.P. Mycorrhizas, sucession, and the rehabilitation of deforested lands in the humid tropics. In: FRANLAND, J.C.; MAGAN, N.; GADD, G.M. (Ed.). **Fungi and environmental change**. Cambridge University Press, p.129-162, 1996. (British Mycological Society Symposium, 20).

JUNIPER, S. & ABBOTT, L. Vesicular-arbuscular mycorrhizas and soil salinity. **Mycorrhiza**. Springer Berlim/ Heidelberg, v.4, n.2, p. 45-57, dez.1993.

KOSKE, R.E.; GEMMA. J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, Cambridge, v.92, n. 4, p.486-505, 1989.

LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O.; ZAMBOLIN, L. Caracterização das micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.1-19, 1983.

MALAVOLTA, E., ROMERO, J.P. **Manual de adubação**. 2.ed. São Paulo, ANDA, 1975. 346 p. IN: Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. GALVÃO, A.P.M., Embrapa, Brasília, D.F., 2000. 351 p.

MANSANO, V. F. & TOZZI, A. M. G. A. Distribuição geográfica, ambiente preferencial e centros de diversidade dos membros da tribo Swartzieae na região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22:249-257,1999.

MENEZES, L.F.T. de & ARAÚJO, D.S. D. Formações vegetais da restinga da Marambaia, R.J. In: **História da Marambaia**. Ed.: MENEZES, L.F.T. de; PEIXOTO, A.L.; ARAÚJO, D.S.D., Seropédica, R.J., 2005. 288 p.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Editora Guanabara, 1983. 434 p.

OLIVEIRA, A.A.R.; TRINDADE, A.V. Emsite: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2000/artigo.2004-12-07.2542740041/> Acessado em: 13/07/2000.

PEREIRA, E.G., SIQUEIRA, J.O., VALE, F.R.do, MOREIRA, F.M.S. Influência do Nitrogênio mineral no crescimento e colonização micorrízica de mudas de árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.9, p. 653-662, set. 1996.

RENO, N.B.; SIQUEIRA, J.O.; CURTI, N.; VALE, F.R. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.17-25, jan.1997.

RILLIG, M.C. Arbuscular mycorrhizae and terrestrial ecosystem processes. **Ecology Letters**, v. 7, p. 740-754, 2004.

ROCHA, F.; GOI, S. R. Efeito de diferentes formas de nitrogênio no crescimento de *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil). IN: XXV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 2002, Rio de Janeiro, CD-ROM.

ROCHA, F.S.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R.; LIMA, W.L. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p.77-84, jan. 2006.

RODRIGUES, G.R.G. **Crescimento de cinco espécies da floresta atlântica sob diferentes fontes e doses de nitrogênio**. Monografia do curso de bacharelado em Engenharia Florestal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 41 p., 2004.

ROSSI, M. **Fatores formadores da paisagem litorânea: A bacia do Guaratuba, São Paulo – Brasil**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1999.159p. (Tese de Doutorado). Disponível em: [www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30092003-154506/](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30092003-154506/) acesso em 28/07/2008.

SAGGIN- JUNIOR, O.J. **Micorrizas Arbusculares em mudas de espécies arbóreas do sudeste brasileiro**. Lavras: UFLA, 1997. 120 p. (Tese – Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

SANTOS-ANTUNES, A.F. dos. As micorrizas e o crescimento das plantas: o caso das oliveiras. **Melhoramento**, 38: p. 223-230, 2002.

SCARANO, F.R. Marginal plants: functional ecology at the Atlantic forest periphery. In: T.B. Cavalcanti & B.M.T. Walter (eds.). **Tópicos Atuais em Botânica**, p. 176-182. Embrapa/ Sociedade Botânica do Brasil, 2000.

SILVA, M.C.A.; OLIVEIRA, R.R.; FIGUEIREDO, M.R.; PAIVA, S.R.; KELECOM, A. **Estudo fitoquímico das resinas florais de *Clusia fluminensis* Planch & Triana**. In: XI Encontro da SBQ-Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense, 29 a 31 de outubro de 2007.

SILVA, C.F. da. **Indicadores da qualidade do solo em áreas de agricultura tradicional no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba (SP)**. 2005. 93 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ.

SILVEIRA, T.B. & GOI, S.R. **Nodulação e efeito de diferentes fontes de Nitrogênio no crescimento inicial de Leguminosas arbóreas de Restingas**. Seropédica. Relatório Parcial CNPq., 2004.

SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; FLORES-AYLAS, W.W.; GUIMARÃES, P.T.G. Arbuscular mycorrhiza inoculation and superfosphate application influence plant development and yield of coffee in Brazil. **Mycorrhiza**, Heidelberg, v.7, p.293- 300, 1998.

SOUZA, F.A. de. **Biology, ecology and evolution of the family Gigasporaceae, arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota)**. 2005, 157 p. Tese (Doutorado) - Netherlands Institute of Ecology, Leiden University, Netherlands.

SOUZA, F.A. de; GOI, S.R. Diversidade de microrganismos do solo. **Revista Floresta e Ambiente**, v.13, n.2, p.46-65, 2006.

SOUZA, F.A. de; SILVA, I.C.L. da; BERBARA, R.L.L. Fungos Micorrízicos Arbusculares: muito mais diversos do que se imaginava. IN: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Biodiversidade do solo em Ecossistemas Brasileiros**. UFLA, p.483 – 536, 2008.

SOUZA, F.A. de; SILVA, E.M.R. Micorrizas arbusculares na revegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J.O.,(Ed). **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.175-201, 1996.

SOUZA, S. R. & FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: **Nutrição Mineral de Plantas**, Fernandes, M. S. ed., SBCS, pp. 215-252, 2006.

SPRENT, J.I. & SPRENT, P. **Nitrogen fixing organisms**. Chapman & Hall, London, 1990.

SPRENT, J.I. Nitrogen fixation and growth of non-crop legume species in diverse environments. **Perspectives in Plant Ecology, evolution and sistematics**. V.2, n.2, p. 149-162, 1999.

STÜRMER, S.L. Evolução, classificação e filogenia dos fungos micorrízicos arbusculares. In: SIQUEIRA, J.O.; FURTINI NETO, A.E.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; CARVALHO, J.G. (Eds). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras-MG, 1999. p.797-818.

SKENE, K.R. Pattern formation in cluster roots: some developmental and evolutionary considerations. **Annals of Botany**, n.85, p.901-908, 2000.

TROELSTRA, S.R.; NAGENAAR, R.; SMANT, W. & BOER, W. Soil nitrogen transformations and nitrate utilization by *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. At two contrasting heathland sites. **Plant and soil**, v.176, p.81-93, 1995.

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R.; DAVIDE, A.C. Adubação mineral do angico-vermelho (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34(3); p.441-448, 1999.

XEREX, R., PEREIRA, L.A., PRADO, J.P., AMORIM, M. Ilha da Marambaia (Baía de Sepetiba) aspectos bionômicos e inventário da dipterofauna, vol.II, **Revista Floresta e Ambiente**, 1995.

ZANGARO, W., NIZISAKI, S.M.A., DOMINGOS, J.C.B., NAKANO, E.M. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi, Paraná. **Cerne**, v.8, n.1, p.77-87, 2002.

ZAMITH, L.R. & SCARANO, F.R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, R.J., Brasil. **Acta Botânica Brasileira** 18(1): 161-176, 2004.

ZAMITH, L.R. **Recuperação da vegetação de restinga em área degradada no município do Rio de Janeiro, RJ**. 2001. 112p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.

## 7 ANEXOS

Anexo 7.1 Resumo da Análise de Variância da altura (H), diâmetro do colo da planta (D), peso seco da parte aérea (PSA) e peso seco de raiz (PSR) para *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana (Experimento 1).

Fonte de variação	G.L.	-----Quadrado Médio-----			
		H	D	PSA	PSR
Trat.	5	15,684	0,173E-01	0,498	0,951E-01
Resíduo	7	5,943	0,895E-02	0,153	0,312E-01
CV		17,771	19,405	35,838	64,063

Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Anexo 7.2 Resumo da Análise de Variância da altura (H), diâmetro do colo da planta (D), peso seco da parte aérea (PSA) e peso seco de raiz (PSR) para *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana (Experimento 2).

Fonte de variação	G.L.	-----Quadrado Médio-----			
		H	D	PSA	PSR
Trat.		12,219	0,964E-02	0,546	0,169
Resíduo		18,433	0,521E-02	0,751	0,154
CV		17,68	17,764	29,40	62,809

Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Anexo 7.3 Resumo da Análise de Variância da altura (H), diâmetro do colo da planta (D), peso seco da parte aérea (PSA) e peso seco de raiz (PSR) para *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana (Experimento 3).

Fonte de variação	G.L.	-----Quadrado Médio-----			
		H	D	PSA	PSR
Trat.	5	27,637	0,449E-01	3,624	1,085
Resíduo	30	0,987	0,464E-02	0,148	0,225
CV		8,619	11,016	26,315	36,194

Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Anexo 7.4 Resumo da Análise de Variância do pH (pH), Comprimento de Raiz (CRaiz), peso seco folhas (PSF) e peso fresco de raiz (PFR) para *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana (Experimento 3).

Fonte de variação	G.L.	-----Quadrado Médio-----			
		pH	CRaiz	PSF	PFR
Trat.	5	0,114	688,796	2,780	86,720
Resíduo	30	0,155E-01	103,426	0,109	16,197
CV		2,324	34,885	27,176	38,957

Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Anexo 7.5 Resumo da Análise de Variância Umidade da Raiz (U), peso fresco folhas (PFF) e peso fresco da parte aérea (PFPA) para *Clusia fluminensis* (Planck) & *Triana* (Experimento 3).

Fonte de variação	G.L.	-----Quadrado Médio-----		
		U	PFF	PFPA
Trat.	5	4,470	200,053	258,227
Resíduo	30	3,263	6,030	7,485
CV		2,077	23,793	23,081

Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Anexo 7.6 Resumo da Análise de Variância Área da roseta (AR), número de folhas (NF) e aumento em área de roseta (AAR) para *Clusia fluminensis* (Planck) & *Triana* (Experimento 3).

Fonte de variação	G.L.	-----Quadrado Médio-----		
		AR	NF	AAR
Trat.	5	37,504	13,644	35,470
Resíduo	30	1,765	3,566	1,040
CV		11,803	14,223	20,222

Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Anexo 7.7 Relação entre o quociente PSA/PSR e altura das mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & *Triana*, 4 meses após o plantio. (Experimento 3)

Tratamentos	PSA/PSR
1	0,138
2	0,112
3	0,151
4	0,147
5	0,101
6	0,084

Anexo 7.8 Relação entre o quociente média da área da roseta (cm<sup>2</sup>) e média da altura da planta (cm), das mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & *Triana*, por tratamento 4 meses após o plantio. (Experimento 3)

Tratamentos	Ar / Alt.(cm)
1	0,893
2	0,871
3	1,027
4	1,085
5	0,917
6	0,917

Anexo 7.9 Percentual de redução de peso verde a peso seco constante (65°C) de mudas de *Clusia fluminensis* (Planck) & Triana, 4 meses após o plantio. (Experimento 3)

Tratamentos	Redução de peso (%)	
	Aéreo	Raízes
1	87,23	86,93
2	87,55	86,25
3	88,24	<b>88,23</b>
4	87,65	87,86
5	86,06	87,25
6	88,32	<b>86,20</b>

Anexo 8.0 Valores médios da relação altura da parte aérea/ diâmetro do colo, no experimento 3, após 4 meses o plantio.

Tratamentos	H/D
1	1,8
2	1,9
3	2,2
4	1,9
5	1,7
6	1,8