

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO DE MUDAS MICORRIZADAS DE AROEIRA-PIMENTEIRA (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) EM DIFERENTES SUBSTRATOS

RESUMO

Estudos voltados para a produção de mudas florestais em casa de vegetação contribuem para a obtenção de plantas em boas condições para a utilização em programas de revegetação de áreas degradadas. A fim de avaliar os efeitos da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), foram produzidas mudas de aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) em dois substratos em casa de vegetação do Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em tubetes com capacidade de 280mL. Empregou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com 24 repetições. Nas parcelas foram avaliadas duas fontes diferentes de matéria orgânica: LETRIP (lodo de estação de tratamento de resíduos industriais da Petroflex) e esterco bovino e, nas subparcelas, a presença e a ausência de inoculação das mudas com FMAs, totalizando 4 tratamentos. Foram avaliadas variáveis a respeito do crescimento, nutrição e colonização aos 120 dias após a semeadura. Em geral, não houve diferença significativa entre os tratamentos inoculados e os não inoculados; o substrato à base de esterco influenciou ganhos significativos para espécie vegetal em todas as variáveis, com exceção da colonização, a qual foi nula neste substrato. A não adequabilidade do fungicida para desinfestar o substrato à base de LETRIP foi atestada pela colonização das mudas no tratamento testemunha, devido às características próprias deste componente. Para as condições testadas, o substrato contendo esterco mostrou ser superior, independentemente da micorrização.

Palavras-chave: Produção de mudas florestais micorrizadas; *Schinus terebinthifolius*; áreas degradadas.

ABSTRACT

Studies about the production of forest species in greenhouse contribute for the attainment of plants in good conditions for planting in disturbed areas. The effects of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and two substrates on growing brazilian pepper-tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) were evaluated by measuring the growth, accumulation of nutrients and the AM-colonization of the plants, 120 days after sowing. The experiment had been accomplished at the Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, counted on the direct sowing in pots with capacity of 280mL. Pots were arranged in a completely randomized design with 24 replicates each one of them. In the parcels two different sources of organic substance had been evaluated – mud of industrial effluent residue and bovine manure - and, in the subparcelas, the presence and the absence of AMF-inoculation, totalizing 4 treatments. In general, the inoculation hadn't been increased the seedlings measurements; the substratum with manure influenced significant profits for vegetal species in all the datas, with exception of the colonization, which was null in this substratum. The had been AM-colonization in the non-inoculated plants in the mud, so the fungicide had been inadequate in disinfest the substratum, due to the proper characteristics of this component. For the tested conditions, the substratum with manure showed to be superior, independently of the inoculation.

Key words: Grow forestry seedlings with arbuscular mycorrhizal fungi; *Schinus terebinthifolius*; degraded areas.

1. INTRODUÇÃO

Nas regiões tropicais, grande parte da matéria orgânica e dos nutrientes disponíveis se concentra na biomassa, onde se passa a ciclagem por meio de diversos mecanismos adaptativos de conservação dos nutrientes, incluindo simbioses mutualísticas entre plantas e microrganismos. Nestes ambientes, a remoção de tais estruturas condena o ecossistema a uma rápida perda dos nutrientes por lixiviação, cuja magnitude é potencializada em locais pobres em nutrientes (ODUM, 1988).

Esta situação ocorre devido à baixa elasticidade, isto é, baixa capacidade de recuperação, dos ecossistemas tropicais oligotróficos, uma vez que com a derrubada das florestas para a instalação de atividades agrícolas ou de reflorestamento comercial estes mecanismos conservadores são perdidos. Depois que a produtividade e a colheita destas atividades sofrem uma redução, as áreas são abandonadas e sua recuperação, quando ela ocorre, é muito lenta (ODUM, 1988).

Além das atividades anteriormente citadas, a urbanização, industrialização, pastagens e outras colaboram para o aumento crescente das áreas degradadas. Neste panorama, surgem paisagens fragmentadas onde a conectividade entre os fragmentos florestais remanescentes é baixa, fato que reduz a biodiversidade e aumenta o risco de extinção de espécies (KAGEYAMA & GANDARA, 2005). Daí surgem constantes problemas ambientais e a necessidade de recuperação de áreas degradadas, os quais são responsáveis pelo incremento do interesse no conhecimento das espécies nativas do Brasil. Como consequência surge a necessidade de se produzir mudas de essências florestais que possam suprir os programas de recomposição de vegetação (CARVALHO FILHO et al., 2003).

Os projetos de revegetação de áreas degradadas têm se concentrado no uso de espécies nativas regionais, baseado no fato das mesmas apresentarem uma suposta maior adaptação às condições do solo e clima locais, o que por si só facilitaria o restabelecimento da vegetação e das relações entre esta e a fauna (CARRASCO & CASTANHEIRA, 2004).

Segundo JESUS & ROLIM (2005), a falta de mudas e o custo elevado de produção inibem as iniciativas de projetos de restauração ambiental, que podem ser popularizadas com o conhecimento sobre a maneira adequada de se produzir mudas de essências florestais (germinação, repicagem ou semeadura direta, embalagem, substrato, luminosidade) e a redução deste custo.

A produção de mudas florestais em viveiro ou em casa de vegetação é uma maneira de se obter com rapidez e segurança os elementos vegetais em boas condições morfofisiológicas que serão plantados num programa de revegetação de áreas degradadas. Um dos fatores primordiais para isto é o emprego de substratos adequados para o crescimento e bom desenvolvimento das mudas e das plantas no campo. CARVALHO FILHO et al. (2003) afirmam que, além do tipo de substrato, o tamanho do recipiente é um dos primeiros aspectos que devem ser pesquisados com o objetivo de se produzir mudas de boa qualidade.

Várias técnicas podem ser empregadas na recuperação de áreas degradadas: semeadura direta no campo, semeadura via aérea e uso de mudas. Entretanto, a literatura refere que o uso de mudas implica numa maior sobrevivência das plantas quando comparada com a semeadura direta, embora este método resulte num custo mais baixo (JESUS & ROLIM, 2005).

O desenvolvimento de protocolos e estratégias para a produção de mudas com qualidade, em menor tempo e em condições acessíveis é muito importante (CARRASCO &

CASTANHEIRA, 2004; CUNHA et al., 2005); portanto, aqui cabem estudados a respeito de substratos alternativos e recipientes adequados para baratear os custos de produção, além da inoculação das mudas com fungos micorrízicos arbusculares (SAGGIN JÚNIOR & SILVA, 2005), microrganismos que favorecem o estabelecimento das mudas nas áreas degradadas (FRANCO et al., 1992).

A exploração insustentável das zonas costeiras, onde se inserem as restingas, desde a colonização brasileira, originou um quadro ameaçador que requer medidas urgentes, tais como a revegetação com mudas de elevada qualidade de espécies que ocorrem nestes ambientes.

ARAÚJO (2000), em seu levantamento florístico e fitogeográfico das restingas do Estado do Rio de Janeiro, verificou que aproximadamente 80% das espécies analisadas ocorrem tanto na Mata Atlântica quanto nas restingas; o restante (20%) exibe uma distribuição disjunta entre as restingas e os cerrados (e/ou campos rupestres) ou são endêmicas às restingas. Tal fato corrobora com a questão proposta por RIZZINI (1997), segundo o qual a flora das restingas é originária principalmente da Mata Atlântica. Assim sendo, a flora das restingas desempenha o papel de fonte de espécies para a recuperação não só de áreas perturbadas de planícies arenosas costeiras, como também de áreas degradadas de Mata Atlântica.

Devido ao aumento da necessidade de se recuperar ecossistemas devastados por atividades antrópicas, muito se tem pesquisado a respeito da contribuição dos fungos micorrízicos arbusculares para os ecossistemas naturais (SAGGIN JÚNIOR & SILVA, 2005), como seu emprego na produção de mudas visando maiores chances de estabelecimento em áreas revegetadas.

O presente estudo teve como objetivo geral levantar informações sobre a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. micorrizadas, em diferentes substratos, com a finalidade de recuperar áreas degradadas de restingas. Os objetivos específicos foram: avaliar o benefício da micorrização no crescimento e nutrição de mudas de *Schinus terebinthifolius*; comparar a influência de diferentes materiais condicionadores do substrato e fornecedores de nutrientes, no crescimento e nutrição de mudas de *Schinus terebinthifolius*; avaliar a viabilidade do emprego de um resíduo industrial (LETRIP - lodo de estação de tratamento de resíduos industriais da Petroflex) na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius*. O teste de germinação realizado para as sementes de aroeira-pimenteira visou avaliar a viabilidade do lote de sementes coletadas para o emprego na produção de mudas.

A escolha desta espécie florestal se baseou em diversos critérios: *Schinus terebinthifolius* (aroeira-pimenteira) é uma espécie nativa; ocorre naturalmente em restingas; a produção de mudas é favorecida pelo fato de os frutos poderem ser facilmente obtidos porque a aroeira-pimenteira ocorre em diversos ambientes; a espécie é pioneira e, portanto, tem rápido crescimento; produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, cuja taxa de germinação é superior a 50%; suas sementes são ortodoxas e, portanto, podem ser armazenadas sem a perda da viabilidade, e também não apresentam dormência, o que facilita o seu emprego na produção de mudas; por ser polinizada por diversos insetos, há maiores chances de as mudas no campo produzirem frutos, além do que tais polinizadores podem também atuar na frutificação de outras espécies presentes na área a ser recuperada, auxiliando na reprodução de outros vegetais; como sua síndrome de dispersão dos frutos é zoocórica, a aroeira-pimenteira atrai a fauna para o sítio de plantio, a qual se alimentará dos frutos e os dispersará, garantindo a dispersão e permanência da espécie na área plantada, podendo ainda dispersar os frutos de outras espécies presentes; é recomendada para a recomposição da cobertura florestal e recuperação de ecossistemas degradados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS

A Constituição Federal de 1988 emprega o termo “recuperação”, a qual se reporta, no seu art. 225, parágrafo 3º, à obrigatoriedade da reparação dos danos causados ao meio ambiente. Por meio destes danos, segundo o art. 2º do Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, algumas das propriedades do meio são perdidas ou reduzidas, tais como a qualidade ou a capacidade produtiva dos recursos ambientais, surgindo daí a degradação (CASTRO, 1998). A recuperação vem a ser a restituição de um ecossistema ou população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ou não ser igual à condição original (BRASIL, 2000).

A recuperação de áreas degradadas vem se tornando cada vez mais importante, em virtude de um mau uso dos recursos naturais, a fim de que sejam atendidas as exigências de diversas atividades, como as agropecuárias, as de mineração, construção civil e geração de energia (SIBINEL, 2003).

Além da própria semente e do recipiente, é imprescindível que sejam realizadas pesquisas que investiguem o tipo de substrato mais adequado para a produção de mudas voltadas para a recuperação ambiental, pois o mesmo pode influenciar o crescimento inicial das plantas e até mesmo a sobrevivência e o estabelecimento das mesmas nas condições de campo.

O substrato é o componente da produção de mudas que fornece água, oxigênio e nutrientes em quantidades adequadas, o meio no qual as raízes se desenvolverão, e o suporte estrutural para a parte aérea das plantas (CARNEIRO, 1995). Desta forma, testes realizados com diferentes constituições de substrato assumem elevada importância na pesquisa do substrato mais adequado do ponto de vista físico, químico e microbiológico para cada espécie em questão, a fim de que os benefícios propostos sejam alcançados (TAVARES, 1998).

Segundo CUNHA et al. (2005), os substratos influenciam o vigor, o desenvolvimento e a sanidade das mudas produzidas, sendo que eles devem ter composição uniforme, devem ter baixa densidade, devem ser porosos, apresentar adequada capacidade de troca catiônica (CTC) e serem isentos de pragas, organismos patogênicos e sementes de plantas daninhas.

O substrato poroso proporciona o máximo de oxigenação ao nível das sementes, o que é melhorado com a adição de material orgânico decomposto ao solo arenoso ou argiloso (LORENZI, 2000).

A matéria orgânica melhora não só as características químicas, mas também as físicas, pois auxilia na manutenção de uma adequada estrutura e porosidade. A adição de material orgânico ao substrato pode ser proveniente de: adubação verde, turfa, serrapilheira de povoamentos adultos, esterco, cascas de vegetais de origens diferentes, além do emprego de lodo de esgoto (CARNEIRO, 1995) e de resíduos de processos industriais.

É de suma importância que os benefícios a serem alcançados combinem fatores econômicos e ambientais na obtenção do substrato. Portanto, deve-se dar preferência àqueles que tenham menor custo de produção e cujos elementos constituintes sejam de fácil acesso e disponibilidade. TAVARES (1998) cita que o solo arenoso, o argiloso e o composto orgânico são elementos de fácil obtenção na propriedade rural e que formam uma combinação volumétrica que, dependendo da proporcionalidade entre eles, satisfazem os sistemas de produção de mudas de muitas essências florestais. Todavia, o mesmo autor refere que dos três, o elemento mais limitante é o composto orgânico.

MACEDO (1993) cita que um dos substratos mais indicados para a produção de mudas de essências florestais empregando tubetes é aquele obtido com a mistura de terra de subsolo (40%), areia (40%) e esterco curtido (20%).

FRANCO et al. (1992) recomendam que o substrato para a produção de mudas com fins de revegetação de áreas degradadas seja composto de uma mistura, em volume, de 10% de fosfato de rocha, 30% de areia, 30% de solo argiloso e 30% de composto orgânico ou esterco curtido.

CASAGRANDE JR. et al. (1996) indicam que a adição de materiais orgânicos ao substrato traz benefícios na produção de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine (araçazeiro), uma mirtácea que ocorre principalmente em restingas. Os mesmos autores ainda citam que o vermicomposto (composto orgânico produzido por meio da minhocultura), dentre os testados, foi o que proporcionou os melhores resultados.

TAVARES (1998) estudou a produção de mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (sabiá) e *Acacia mangium* Willd (acácia) em dois diferentes tipos de substrato: substrato 1 (70-10-10-10), constituído de uma mistura de 700 g/dm³ de composto orgânico; 100 g/dm³ de solo argiloso; 100 g/dm³ de areia e 100 g/dm³ de fosfato de rocha, e substrato 2 (30-30-30-10), constituído de uma mistura de 300 g/dm³ de composto orgânico; 300 g/dm³ de solo argiloso; 300 g/dm³ de areia e 100 g/dm³ de fosfato de rocha. O substrato 2 foi superior ao substrato 1 em dois importantes parâmetros: altura da planta e diâmetro à altura do colo (acácia); e em alguns outros parâmetros secundários (tanto para a acácia como para o sabiá), não tendo sido estatisticamente inferior em praticamente nenhum parâmetro analisado. Como conclusão, na produção de mudas dessas espécies deve-se optar pelo substrato 2, que possui um menor teor de composto orgânico, o que favorece economicamente a produção de mudas.

CASTANHEIRA & CARRASCO (2004) recomendam a utilização de tubetes preenchidos com uma mistura de turfa e areia nas proporções de 2:1 e 3:1, no processo de produção de mudas de *Rhizophora mangle* L. (mangue-vermelho), não havendo a necessidade de utilização do próprio solo dos manguezais, evitando-se, assim, novos e desnecessários impactos na área a ser recuperada.

Entre esterco bovino, esterco de aves de corte, de suíno e vermicomposto, o primeiro, conforme LOURENÇO et al. (1999), é o mais indicado na produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate), sendo que um terço do volume foi suficiente para a composição adequada do substrato.

COSTA et al. (2005) recomendam, na produção de mudas de *Genipa americana* L. (jenipapo), o uso de substratos à base de terra preta e esterco bovino, na proporção de 1:1, e de terra preta, casca de arroz carbonizada e esterco bovino, na proporção de 1:1:1.

FRANZÃO & MELO (<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pitangueira.html>) recomendam a utilização de substrato obtido a partir da mistura de terra e esterco de gado ou galinha, na proporção, respectivamente, de 6:1 e 3:1, para a produção de mudas de *Eugenia uniflora* L (pitangueira).

CARVALHO FILHO et al. (2003), estudando a produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), constataram que é satisfatório que o processo ocorra em sacos de polietileno de 15cm de diâmetro x 20cm de altura, a pleno sol, empregando um substrato formado pela mistura de solo, areia e esterco, na proporção em volume de 1:2:1.

CARRASCO & CASTANHEIRA (2004) realizaram um estudo no qual produziram mudas de *Byrsonima ligustrifolia* Adr. Juss. (baga-de-pomba), *Clusia criuva* Camb. (mangue-de-formiga), *Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi (bacupari), *Gomidesia affinis* (Cambess) D. Legrand (perta-güela), *Gomidesia fenziiana* Berg. (papa-goela), *Ilex amara* (Vell.)

Loes. (congonha-do-rio), *Jacaranda macrantha* Cham. (caroba), *Jacaranda puberula* Cham. (caroba), *Maytenus robusta* Reissek (cafezinho-do-mato) e *Tapirira guianensis* Aubl. (pau-pombo), todas espécies de restinga. Como conclusão do trabalho, os autores recomendam o uso de tubetes plásticos de 288mL preenchidos com substrato obtido a partir da mistura de turfa, palha de arroz e vermiculita, na proporção 3:1:1.

JOSÉ et al. (2005) produziram mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (aroeira-pimenteira) para a recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em tubetes com capacidade de 50 e 150mL, contendo substrato constituído por esterco de curral peneirado, casca de arroz carbonizada, vermiculita textura média e terra de subsolo peneirada, respectivamente, numa proporção em volume de 4:3:2:1. A este substrato ainda foram adicionados termofosfato magnésiano, sulfato de amônio e cloreto de potássio, nas respectivas doses: 2.000, 500 e 300g.m⁻³. Os autores verificaram que as mudas produzidas em tubetes com capacidade de 150mL apresentaram maior diâmetro de coleto e maior altura, além de maiores médias para as variáveis: número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea, de raízes e massa seca total.

O emprego de composto de lixo urbano e de torta de filtro de usina açucareira na composição do substrato para a produção de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (sesbânia) plantadas em uma área degradada pela extração de argila, localizada no distrito de Campo Limpo, em Campos dos Goytacazes (RJ), estimulou a produção de raízes finas desta leguminosa pioneira, favorecendo o incremento de matéria orgânica e, conseqüentemente, melhorando as condições para introdução de outras espécies na área em recuperação (COUTINHO et al., 2005).

2.2. RESÍDUOS COMO CONDICIONANTES DE SUBSTRATOS

O aumento exponencial da população mundial, a expansão tecnológica e o consumo não racional dos recursos naturais, principalmente nas últimas décadas, têm gerado fortes impactos antrópicos no meio ambiente. Neste panorama figuram a arenização e a desertificação do solo, a extinção de espécies vegetais e animais, a fragmentação de habitats, a poluição da água, do solo e do ar.

Toda atividade potencialmente degradadora deixa seus rastros e conseqüências para toda a sociedade que, na tentativa de compatibilizar o desenvolvimento crescente com melhores condições ambientais, cada vez mais tem se mobilizado para cobrar que medidas mitigadoras e compensatórias sejam adotadas. Enquanto as mitigadoras são medidas saneadoras (TOLEDO & MATTOS, 2003), isto é, visam minimizar os impactos dos danos, as compensatórias têm o objetivo de compensar de alguma forma os danos que são inevitáveis.

Neste contexto se inserem os resíduos de uma maneira geral, destacando-se o lodo proveniente das estações de tratamento do esgoto sanitário e de resíduos industriais. A preocupação com o destino destes resíduos se avolumou na proporção em que as indústrias experimentaram uma enorme expansão nos últimos tempos, a fim de corresponder à demanda da sociedade, trazendo como conseqüência um aumento significativo na produção dos resíduos.

BETTIOL & CAMARGO (2006) afirmam que a disposição do lodo de esgoto para fins agrícolas e florestais é uma das alternativas mais interessantes, pois o mesmo é rico em matéria orgânica e macro e micronutrientes para os vegetais, funcionando, portanto, como condicionador e fertilizante do solo. Desta maneira, no campo florestal, o lodo de esgoto pode vir a ser uma valiosa ferramenta para a recuperação da cobertura vegetal em áreas degradadas próximas dos centros urbanos no Brasil (TAMANINI, 2004).

Todo material inservível proveniente de atividades industriais é denominado resíduo industrial. Figuram como exemplos, dentre outros: lodo, substâncias alcalinas ou ácidas, óleos e cinzas (GRIPPI, 2001).

A disposição final dos resíduos industriais configurou-se num desafio para as indústrias (DIAS et al., 2004), pois o descarte correto muitas vezes depende de altos custos, ao passo que o inapropriado gera ônus ambiental e de saúde pública para a sociedade e, portanto, é importante que sejam realizadas pesquisas objetivando encontrar o seu aproveitamento econômico-ambiental adequado.

Alguns resíduos podem ser empregados na agricultura, pois atuam, de acordo com seus atributos físico-químicos, como corretivos da acidez e fornecedores de nutrientes às plantas, além de aumentarem o teor de matéria orgânica no solo, melhorando suas propriedades físicas e químicas (DIAS, 2005).

A Petroflex Indústria e Comércio S. A. é a maior produtora de borracha sintética (SBR) da América Latina (<http://www.plastico.com.br/revista/pm341/noticias2.htm>) e a quinta maior do mundo. Este produto, o qual encontra-se segmentado em diversos tipos de elastômeros (borrachas), é amplamente empregado em diversos setores industriais: de calçados; adesivos; selantes; pneumáticos, em bandas para recauchutagem; entre outros. O seu parque industrial se constitui em três unidades industriais, sendo uma delas localizada no município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, a outra no município de Triunfo, Rio Grande do Sul e, finalmente, uma terceira no município de Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, totalizando uma produção anual de 411 mil toneladas elastômeros (<http://www.suzanopetroquimica.com.br/website/home/EmpresadoGrupo/petroflex.cfm>).

A geração de resíduos pela Petroflex é proveniente da adesão do látex, produto da reação de copolimerização do butadieno e do estireno, às paredes dos vasos de processo. Sua destinação atual é a incineração, o que determina um elevado custo.

MIRANDA NETO (2002) refere que na segunda metade do século XX, com o crescimento do processo de industrialização, houve a necessidade de requisição de novas áreas para instalações industriais. Assim, ocorreram aterros e terraplenagens para que diversas plantas industriais fossem instaladas na região estuarina da Baixada Fluminense, RJ, dominada por manguezais. Dentre outras empresas, a petroquímica Petroflex se estabeleceu nesta região. A fábrica fluminense, que se situa às margens da Baía de Guanabara, começou a operar em 1962 (<http://www.petroflex.com.br>), e é capaz de produzir 180.000 toneladas por ano de SBR (borracha de estireno-butadieno), 6.000 toneladas de látex e 4.000 toneladas de PBLH (polibutadieno líquido hidroxilado) (DIAS, 2005).

A partir de 1996, pressões dos órgãos de controle ambiental, em face do programa de despoluição da Baía de Guanabara, levaram a Petroflex a implantar um sistema de gestão ambiental e a buscar parcerias com universidades, visando reduzir o passivo ambiental proveniente de aproximadamente 45.000 toneladas de resíduos depositados em valas e aterros. Atualmente, os resíduos da produção de borracha sintética são acumulados a granel, diretamente no solo, para secagem durante algum tempo, antes da destinação final, nas fábricas de cimento (MIRANDA NETO, 2002).

A indústria tem buscado o desenvolvimento de uma rota alternativa para destinação de seu principal resíduo, denominado lodo da estação de tratamento de resíduos industriais da Petroflex – LETRIP.

DIAS (2005) estudou os efeitos da adição de diferentes doses de LETRIP no cultivo de soja (cultivar celeste), em um Planossolo Háptico eutrófico, e verificou que, com relação ao solo, houve elevação significativa de pH e dos teores de K e P. Além disso, este resíduo proporcionou aumento significativo do rendimento do grão.

FREITAS & SÁ (2003) testaram a influência de doses diferentes de LETRIP no crescimento de *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (mangue-branco) e *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. (mangue-preto), duas espécies de maguezal. Para tanto, lançaram mão de quatro tratamentos: controle, 10%, 20% e 30% de lodo do volume total do substrato, composto ainda por matéria mineral e areia. Os autores verificaram uma proporcionalidade direta entre o crescimento destas espécies e as crescentes concentrações de lodo.

MALHEIROS et al. (2005) empregaram seis substratos com diferentes concentrações de LETRIP, areia e vermiculita na produção de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith (eucalipto), e observaram que houve maior acúmulo de massa seca de parte aérea nas mudas submetidas aos tratamentos com as doses de 30%, 40%, 50% e 60%, não tendo ocorrido diferença significativa entre eles.

O emprego de biossólido na recuperação de áreas degradadas visa atingir dois objetivos: propiciar um destino final adequado a um resíduo de disposição problemática e recuperar as características físicas, químicas e biológicas de solos degradados em áreas que, por lei, o empreendedor da atividade impactante deve recuperar (TAMANINI, 2004).

2.3. SEMENTES, RECIPIENTES E CONDIÇÕES DE INSOLAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

A semente é, sem dúvida, um dos pontos importantes para o estudo silvicultural e a reposição das matas. Na maioria dos casos, a semente é necessária para a produção de mudas (ADSON, 1981). Para que o empreendimento florestal alcance êxito, é imprescindível que as sementes sejam de boa qualidade e, assim sendo, a sua capacidade germinativa é o atributo que lhe confere valor para a semeadura (FIGLIOLIA et al., 1993).

A semeadura direta nos recipientes e a repicagem são alguns dos métodos de produção de mudas via sexuada. O primeiro deles apresenta diversas vantagens quando comparado com a repicagem: dispensa a confecção de sementeiras e sua desinfestação; diminui o tempo necessário para a produção de mudas; compete para a produção de mudas com melhor qualidade e por um custo menor (o que influencia no sucesso do reflorestamento ou recomposição); melhora a conformação do sistema radicular e aumenta a sobrevivência das plantas no viveiro e no campo (MARTINS, 2005). No processo de repicagem, a produção de mudas se divide em duas etapas: primeiro, ocorre a semeadura em determinado substrato e recipiente e depois da germinação das sementes, as plântulas são transferidas para um outro substrato e recipiente.

O saco plástico é um dos recipientes mais utilizados na produção de mudas de espécies florestais, embora este recipiente dificulte a mecanização, eleve o risco de incidência de doenças e gere uma maior demanda de mão-de-obra quando comparado ao uso de tubetes (NASCIMENTO et al., 2004). O emprego de tubetes na produção de mudas traz diversas vantagens: são pequenos, leves, as mudas produzidas são fáceis de movimentar no viveiro e no transporte para as áreas de plantio (FERRETTI & BRIETZ, 2005). Além disto, as mudas produzidas em tubetes plásticos podem apresentar melhor configuração do sistema radicular e, conseqüentemente, melhor estabelecimento no campo (CARMO et al., 2004).

Com a finalidade de revegetar encostas da cidade do Rio de Janeiro, FREIRE et al. (1998) estudaram o efeito do sombreamento (30%, 50%, 70% e a sol pleno) no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. Os autores verificaram que as mudas atingiram maior incremento em altura sob 50% de sombreamento, ao passo que para diâmetro à altura do colo (DAC), incremento em DAC, massa seca de parte aérea e razão parte aérea/raiz não houve diferença significativa entre os tratamentos. Quanto à massa seca de raiz, as mudas produzidas a sol pleno diferiram significativamente quando comparadas ao tratamento 75% de sombreamento, com decréscimo do desenvolvimento radicular com o aumento do sombreamento. Já SCALON et al. (2006) recomendam que a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* seja efetuada a sol pleno.

CUNHA et al. (2005) sugerem que mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D. C.) Standl. (ipê-roxo) sejam produzidas em sacos de polietileno de 15cm de altura x 32cm de diâmetro, com a utilização de substrato composto por uma mistura de subsolo e composto orgânico, na proporção volumétrica de 1:1. A composição do composto orgânico utilizado pelos autores abrangeu bagaço de cana-de-açúcar, esterco bovino, esterco de galinha e cinzas.

Comparando-se o efeito de tubetes com diferentes volumes sobre o crescimento de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud (louro-pardo) e *Jacaranda micrantha* Cham. (caroba), MALAVASI & MALAVASI (2003) observaram que os tubetes com 300cm³, aos 120 dias após a instalação do experimento em viveiro, proporcionaram maiores valores médios para massa seca da parte aérea e massa seca total, para ambas as espécies, e maior número de radículas, no caso da primeira, e maior diâmetro para a segunda espécie.

2.4. IMPORTÂNCIA DA SIMBIOSE MICORRÍZICA PARA A RECUPERAÇÃO DE RESTINGAS DEGRADADAS

Os solos de restinga são pobres, têm elevada acidez, e alta saturação por alumínio. Estas limitações, além da elevada capacidade de adsorção de fósforo, ocorrem em muitos dos solos tropicais. Este quadro, aliado aos altos preços dos fertilizantes industrializados, favorece o desenvolvimento de estudos sobre associações de plantas com microorganismos que favoreçam o aproveitamento de nutrientes (AQUINO et al., 2005).

Assim, entre estas associações de plantas com microorganismos benéficos, pode ser citado o uso de plantas associadas a fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. Tal prática, no âmbito da revegetação, é uma alternativa que reduz os custos, acelera o tempo de recuperação e traz benefícios ao sistema, uma vez que promove o condicionamento do substrato. Desta forma, a planta colonizadora, ao ser introduzida no campo, tem garantido o suporte para seu estabelecimento, crescimento e reprodução, permitindo que o processo sucessional continue naturalmente com a instalação posterior de novos organismos na área.

A união entre os fungos micorrízicos e a planta hospedeira origina as associações mutualísticas, conhecidas como micorrizas (CARNEIRO et al., 1998). Além dos FMAs, há outros tipos de fungos micorrízicos, todavia, nas florestas tropicais em todo o mundo, as micorrizas vesículo-arbusculares são aquelas que predominam (JANOS, 1988).

HAY & LACERDA (1984) observaram que 100% das plantas pesquisadas em numa duna primária na Restinga de Barra de Maricá, Estado do Rio de Janeiro, apresentaram presença de micorriza, fato que demonstrou o papel importante desta na ciclagem global de nutrientes neste

ecossistema. Segundo estes autores, enquanto o conteúdo de fósforo assimilável nos solos superficiais nesta restinga é inferior a 1 ppm, estando próximo do verificado para os demais ecossistemas costeiros, nestas espécies vegetais ele variou entre 100 e 1.000 ppm, enfatizando a eficiência deste mecanismo.

Os FMAs promovem um aumento do volume de solo explorado pelo sistema radicular, o que concorre para o melhor uso do fósforo presente no solo. Sob condições de baixa disponibilidade de fósforo, em geral, plantas não micorrizadas demandam maior quantidade de fertilizante fosfático do que plantas micorrizadas eficientemente (AQUINO et al., 2005). Desta forma, a inoculação das mudas com fungos micorrízicos é uma técnica que visa otimizar a obtenção de fósforo pelas plantas, sem que seja necessário lançar mão de grandes quantidades de adubo, o que contribui para desonerar o custo total de produção de mudas. Entretanto, a eficiência simbiótica pode ser comprometida se o nível deste elemento for muito baixo na solução do solo (SOUZA & SILVA, 1996), o que comumente ocorre nos solos tropicais. Então, mesmo inoculando as mudas, é necessária a aplicação de doses econômicas de adubo fosfatado no processo de produção das mudas e no plantio no campo.

Os FMAs são microrganismos biotróficos obrigatórios e, portanto, só são multiplicados na planta hospedeira, perdendo a viabilidade muito rapidamente quando não associados aos vegetais (SIQUEIRA & KLAUBERG FILHO, 2000). Este fato limita a produção de inóculo em larga escala, na agricultura. Entretanto, sua utilização na fase de viveiros é viável (SAGGIN JÚNIOR & SILVA, 2005), podendo ser realizada a inoculação de sementes, mudas, solo e substratos (SIQUEIRA & KLAUBERG FILHO, 2000).

A inoculação deve ser amplamente explorada, já que após um distúrbio, as populações de fungos micorrízicos nativos nos trópicos podem ter sua capacidade de proteger o solo limitada (JANOS, 1988), devido a sua drástica redução em virtude da remoção dos horizontes superficiais (FRANCO et al., 1992).

SILVA & SIQUEIRA (1991) observaram que o uso combinado de superfosfato simples no substrato e a inoculação com FMAs favoreceu o crescimento inicial das mudas de *Persea americana* Mill (abacateiro), *Mangifera indica* L. (mangueira) e *Carica papaya* L. (mamoeiro).

É muito importante o emprego de um adubo fosfatado de lenta solubilização, como é o caso do fosfato de rocha, para garantir uma reserva de fósforo potencialmente disponível e essencial à atividade biológica sustentável, desde que a espécie vegetal possa utilizá-lo eficientemente (MENDES FILHO, 2004). Então, na formação de mudas para a recuperação de áreas degradadas, esse adubo deve ser incorporado ao substrato e, em conjunto, a muda deve receber inóculo de fungos micorrízicos, os quais maximizam a utilização do P liberado.

Embora os benefícios nutricionais das micorrizas arbusculares sejam considerados os principais, as mesmas também podem trazer benefícios não-nutricionais às plantas hospedeiras, onde estão incluídos: produção e acúmulo de substâncias de crescimento, minimização dos danos causados por patógenos, favorecimento do balanço de água na planta, maior tolerância a estresses ambientais e agentes fitotóxicos (salinidade, metais pesados, herbicidas), melhoria da agregação do solo (SIQUEIRA & KLAUBERG FILHO, 2000).

De acordo com ENGEL & PARROTTA (2003), uma das barreiras que impedem a regeneração natural da vegetação nativa refere-se as falhas no estabelecimento de interações essenciais para a manutenção da integridade, onde se dispõem a ausência de simbiontes, como micorrizas, polinizadores e dispersores.

O aumento artificial do número de propágulos leva ao aceleração do processo de regeneração natural das aéreas perturbadas. CUENCA et al. (2002) assinalam que a combinação

entre micorrizas arbusculares e doses relativamente baixas de P propiciaram o recrutamento de espécies nativas da Grande Savana Venezuelana, constituindo-se, a longo prazo, uma estratégia viável para reiniciar a sucessão vegetal em áreas degradadas onde, devido à escassez de nutrientes e de propágulos de micorrizas, a recolonização espontânea por parte da vegetação natural é praticamente nula.

A associação de organismos vivos é um fator relevante nos processos de sucessão vegetal, onde se incluem os fungos micorrízicos. Quando há a associação planta-fungo micorrízico, tem-se a capacitação para enfrentar condições ambientais mais extremas, como as que são encontradas em áreas degradadas (CAMPELLO, 1998).

FLORES-AYLAS et al. (2003) verificaram que sob o nível de 0,02 mg de P.L⁻¹ na solução do solo, a inoculação com o FMA *Glomus etunicatum* diminuiu a dominância de *Solanum granuloso-leprosum* Dunal (gravitinga) e favoreceu o crescimento das demais espécies, possivelmente por torná-las mais competitivas por nutrientes, principalmente P, e espaço. Assim, a micorrização promove maior uniformidade e crescimento mais balanceado entre diferentes espécies. Este efeito sugere que a micorriza tem papel importante na interação entre vegetais de uma mesma comunidade, interferindo na sucessão vegetal. Portanto, em solos de baixa fertilidade, a presença abundante de propágulos de FMAs ou a sua introdução é de grande interesse para a implantação de plantios com diversidade vegetal, permitindo o crescimento equilibrado entre as espécies.

CORRÊA et al. (2006) afirmam que a associação com fungos ectomicorrízicos pode aumentar a aquisição de nitrogênio pelas plantas, desempenhando um papel-chave na nutrição das árvores florestais em nitrogênio.

CAPRONI et al. (2005) atestam que o ideal seria que uma mesma espécie de FMA apresentasse diversas características, dentre as quais: capacidade de colonização rápida das plantas e sob um amplo espectro de condições ambientais, de difusão e multiplicação etc. Entretanto, estas propriedades não podem ser encontradas num único fungo, mas em vários conjuntamente. Então, usando-se uma mistura de inóculos, as diferentes estratégias que eles apresentam podem minimizar a variação e beneficiar a planta hospedeira de forma mais efetiva. Os mesmos autores referem que tem sido utilizada uma mistura com propágulos das espécies de FMAs *Glomus clarum* Nicolson & Schenk e *Gigaspora margarita* Becker & Hall, para a produção de mudas em programas de recuperação de áreas degradadas.

A EMBRAPA Agrobiologia emprega como técnica de recuperação de áreas degradadas plantas inoculadas com rizóbio e FMAs. No caso destes, as mudas recebem um grama de inóculo misto, isto é, uma mistura de FMAs, a qual contém substrato, esporos, micélio e raízes colonizadas (AQUINO et al., 2005).

Após a elucidação de certas questões sobre o funcionamento das micorrizas, poderá ser viabilizado o emprego de muitas espécies vegetais que ainda não podem ser utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas (REIS & KAGEYAMA, 2003), fato que estimula a realização de pesquisas sobre este assunto.

2.5. *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA)

Diversas são as características desejáveis que uma espécie vegetal deve ter para ser considerada apta a ser utilizada nos estádios iniciais de estabelecimento, entre as quais podem ser

citadas: tolerância ao estresse hídrico, boa adaptação em solos com baixa disponibilidade de nutrientes e bom crescimento para promover o recobrimento do solo e minimizar o processo erosivo (GONÇALVES et al., 2003).

Schinus terebinthifolius Raddi. é uma Anacardiaceae nativa do Brasil. É uma planta heliófita que cresce também em terrenos secos e pobres. Sua copa é arredondada e seu tronco é tortuoso, com casca grossa e fissurada. Ocorre de Pernambuco até o Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul e, devido a sua ampla dispersão, é encontrada em várias formações vegetais, desde a restinga até as florestas pluvial e semidecídua de altitude (LORENZI, 2000). Na Restinga da Marambaia, RJ, é uma espécie muito comum na face das dunas voltada para o oceano (MENEZES et al., 1998), onde imprime um caráter lenhoso (CARVALHO, 2003).

A sua forma biológica varia de arbusto a árvore perenifólia, comumente com dois a dez metros de altura, podendo atingir até quinze metros na idade adulta (CARVALHO, 2003).

Segundo revisão de literatura realizada por CARVALHO (2003), alguns autores a consideram uma espécie pioneira, enquanto outros a consideram secundária inicial a secundária tardia. Todavia, é forte a inclinação para considerá-la pioneira, como é o caso de LORENZI (2000), o que a torna bioindicadora do caráter edáfico dos ambientes naturais ou antropizados (LENZI & ORTH, 2004a).

Espécies pioneiras têm maior potencial de crescimento (GOLÇALVES et al., 2003), o que acelera a formação de um habitat mais adequado à recolonização da área degradada por outras espécies, favorecendo a sucessão ecológica.

Há divergência entre os estudiosos no campo da morfologia e biologia floral da aroeira-pimenteira. Para CARVALHO (2003) a planta é monóica, enquanto que para LENZI & ORTH (2004a) e LENZI & ORTH (2004b), embora as flores sejam semelhantes quanto à cor e à forma, a planta é dióica, uma vez que os mesmos atestaram que as flores masculinas desta espécie possuem um gineceu rudimentar, sem óvulo funcional no interior do ovário, ao passo que as femininas, um androceu com estames reduzidos e ausência de produção de pólen. Estas informações a respeito da ecologia da espécie são relevantes nos plantios, pois a dioiccia implica que a fecundação é cruzada e, portanto, devem ser utilizadas plantas masculinas e femininas.

De acordo com ZAMITH & SCARANO (2004), a aroeira-pimenteira, no Estado do Rio de Janeiro, frutifica nos meses de abril a julho e em outubro e novembro, enquanto que LORENZI (2000) afirma que a frutificação ocorre predominantemente entre janeiro e julho, com o florescimento se dando principalmente nos meses de setembro a janeiro. LENZI & ORTH (2004a) verificaram dois períodos de floração da espécie no ano, em restinga na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, SC: um de outubro a novembro, e outro de fevereiro a abril, cuja frutificação se iniciou trinta dias após a floração, em ambos os períodos.

Apesar de o pólen ser produzido apenas pelas flores masculinas, as flores de ambos os sexos produzem néctar, o que concorre para a visitação de ambas pelos agentes polinizadores. A espécie apresenta a síndrome da entomofilia, já que as flores são visitadas por uma diversidade da entomofauna (diferentes abelhas, vespas e moscas), o que a habilita como generalista e aumenta as chances de vários insetos serem seus potenciais polinizadores (LENZI & ORTH, 2004a). Desta maneira, a proximidade de áreas de cultivo da aroeira-pimenteira aos remanescentes de restinga garantiria tanto a sobrevivência de inúmeras espécies animais e vegetais como a das próprias populações de *Schinus terebinthifolius* (LENZI & ORTH, 2004b).

Para LENZI & ORTH (2004b), em áreas de cultivo, *Apis mellifera* seria o método mais indicado para aumentar a frutificação da aroeira-pimenteira, pois se constatou que a maior presença desta abelha exótica em uma área perturbada foi responsável por uma média de polinização maior.

Os frutos são drupáceos, pequenos, com 4 a 5,5 mm de diâmetro e levemente achatados no comprimento; por persistirem na árvore são também responsáveis pelo uso paisagístico da espécie (CARVALHO, 2003), conferindo-lhe belo efeito. Quando macerados, exalam odor característico. A semente, única por fruto, é reniforme, apresenta um envoltório membranáceo, liso, de coloração amarelo-clara e com uma mancha marrom escura (CARMELLO-GUERREIRO & PAOLI, 1999).

Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, as quais apresentam taxa de germinação superior a 50% (LORENZI, 2000). CARVALHO (2003) afirma que o potencial germinativo das sementes desta espécie está, em média, em torno de 80%, o que é considerado alto, e as sementes germinam entre 10 e 70 dias.

Sua madeira, de grande durabilidade natural, é utilizada para moirões, esteios, lenha e carvão. A árvore é muito ornamental, principalmente durante o período em que os frutos persistem na planta. Pelo porte pequeno, é indicada para a arborização de ruas estreitas e sob fios elétricos; entretanto, pode causar alergia em pessoas sensíveis que entram em contato com suas folhas. As flores são melíferas, o que denota potencial apícola (LORENZI, 2000).

A aroeira-pimenteira não é consumida nem assediada pelo gado e, por ser naturalmente encontrada em algumas áreas de pastagens e ser perenifólia, pode ser plantada nestes locais a fim de proporcionar abrigo aos animais contra a insolação direta (BAGGIO, 1988).

A Figura 1 mostra o aspecto de uma das matrizes de aroeira-pimenteira da qual foram colhidos frutos para a realização deste estudo.



Figura 1. Aspecto geral de uma das matrizes de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), em frutificação, empregadas no estudo.

Esta espécie é uma planta com grande aroma de terebintina (LORENZI, 2000). A terebintina é uma fração volátil obtida pela destilação da resina presente na madeira, e endurece em contato com o ar. Algumas espécies florestais produzem a terebintina, como *Pinus*, cuja importância industrial é considerável, uma vez que esta substância, de acordo com BRITO et al.

(1980), tem aplicações diversas no campo químico e farmacêutico, sendo utilizada como solvente de tintas e vernizes, cânfora sintética, etc. Outros usos da terebintina incluem a composição de fungicidas, bactericidas e germicidas. Segundo CARVALHO (2003), a resina terebintácea extraída da casa da aroeira-pimenteira é conhecida por mástique.

GUERRA et al. (2000) observaram que o extrato fluido de folhas de *Schinus terebinthifolius* apresentou uma resposta crescente na atividade microbiana sobre as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e sobre o fungo *Candida albicans*, conforme a concentração aumentou de 1% até 80%, o que respaldou cientificamente o tradicional papel antimicrobiano da espécie.

A dispersão de sementes por animais, a zoocoria, é o principal mecanismo de dispersão dos vegetais em florestas tropicais. Os animais dispersores normalmente se encontram em áreas onde há plantas “bagueiras”, que são aquelas que atraem muitos animais quando seus frutos estão maduros (REIS & KAGEYAMA, 2003). Neste contexto estão inseridas as espécies botânicas do gênero *Schinus*, da família das Anacardiáceas, cujos agentes dispersores são as aves (SILVA, 2003). Desta maneira. A aroeira-pimenteira se torna uma amplamente recomendada para a revegetação em nosso país, sendo considerada uma espécie-chave. Todavia, devido a esta característica, se tornou uma exótica invasora no sul dos EUA (CARVALHO, 2003), mais precisamente na Flórida, chegando a se tornar uma ameaça ao ecossistema natural do Parque Nacional do Everglades, na Flórida, devido a sua adaptação e rápida dispersão (PEDROSA-MACEDO et al., 2006). Foi introduzida naquele país para uso ornamental, onde ficou conhecida como “pepper tree”. Segundo LOWE et al. (2004), é uma das cem espécies exóticas mais invasoras do mundo, em função da severidade de seu impacto sobre a diversidade biológica. Tal condição tem motivado inúmeros estudos no Brasil e em países estrangeiros sobre a ecologia desta espécie.

Schinus terebinthifolius, agressiva invasora de áreas perturbadas e nativas da Flórida, EUA, em comparação com quatro espécies nativas, foi a menos afetada pela sazonalidade da precipitação pluviométrica e a mais tolerante quanto ao encharcamento do solo na época das chuvas (EWE & STERNBERG, 2002).

FURMANN et al. (2005) estudaram o efeito no campo de *Pseudophilothrips ichini* (Hood), ordem Thysanoptera, no desenvolvimento de *Schinus terebinthifolius*, e constataram que as infestações natural e forçada foi responsável pela perda de biomassa, mostrando que este artrópodo é um potencial agente de controle da aroeira-pimenteira.

Pelo fato de seus frutos possuírem a aparência de uma pequena pimenta de coloração rosa-avermelhada, a planta é conhecida popularmente como aroeira-vermelha, aroeira-pimenteira, pimenta brasileira e pimenta-rosa (LENZI & ORTH, 2004b). Os frutos (Figura 2), com bonita aparência e sabor suave e levemente apimentado, podem ser consumidos inteiros ou moídos, e foram introduzidos na cozinha européia com o nome de “poivre rose” (CARVALHO, 2003), enquanto que também é internacionalmente conhecida como “pink-pepper” e “brazilian pepper tree” nos EUA.

Atualmente, a espécie vem se destacando cada vez mais pelo consumo de seus frutos (pimenta-rosa), cuja demanda tem aumentado muito, tanto no mercado nacional como no internacional, que os utiliza como condimento alimentar (LENZI & ORTH, 2004b).

As sementes apresentam comportamento ortodoxo, isto é, podem ser armazenadas com um baixo teor de umidade e temperatura, mantendo sua viabilidade por um maior período de tempo (CARVALHO et al., 2006; CARVALHO, 2003).

SOUZA et al. (2004) perceberam que as sementes dos frutos de aroeira-pimenteira coletados apresentando coloração laranja (estádio intermediário de maturação) ou vermelha

(estádio maduro) apresentaram médias de germinação significativamente superiores àqueles da classe verde (mais imaturos), e não diferiram significativamente entre si. Portanto, para obter sementes desta espécie com maior qualidade fisiológica, devem ser colhidos frutos de coloração vermelha ou laranja.

MEDEIROS & ZANON (1998) sugerem que nos testes de germinação de *Schinus terebinthifolius* sejam empregados os substratos papel toalha, no sistema de rolo, sob a temperatura de 20°C, ou areia a 20°C ou a 25°C, ressaltando que a areia apresenta as vantagens: é menos favorável ao desenvolvimento de microrganismos, mais barato e possível de ser lavado e esterilizado com facilidade.



Figura 2. Detalhe dos frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA).

CARVALHO (2003) afirma que frutos vermelhos e roxos atraem fortemente a avifauna. Neste caso, como os frutos de *Schinus terebinthifolius* atraem e alimentam estes animais, os quais podem se tornar agentes disseminadores não só de suas sementes (LORENZI, 2000; CARVALHO, 2003), o emprego desta espécie em programas de recomposição de áreas degradadas de restinga colabora com o processo de recuperação ambiental.

Segundo SANTOS (2003), *Schinus terebinthifolius* é uma espécie que tem sido empregada no Projeto Mutirão Reflorestamento de áreas de preservação permanente e áreas contíguas a estas e a unidades de conservação, além de áreas de encosta desmatadas no município do Rio de Janeiro, RJ.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Teste de germinação para sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA)

O teste de germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi., as quais foram empregadas na avaliação de substratos para produção de mudas, foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da UFRRJ. As sementes foram obtidas a partir da coleta de frutos maduros de duas matrizes localizadas na Pesagro, em Seropédica, RJ. O substrato empregado foi areia lavada esterilizada em autoclave, a qual foi distribuída em recipientes de plástico transparente e descartável, com capacidade volumétrica de 600mL, previamente higienizados com álcool a 90%. Posteriormente foi realizado o umedecimento do substrato com quantidade de água destilada até atingir 60% da sua capacidade máxima de retenção hídrica (capacidade de campo), conforme BRASIL (1992). A instalação do teste ocorreu em torno de 20 dias após a coleta dos frutos, os quais estiveram, durante este período, armazenados em saco de papel e mantidos em condições sem controle. O teste de germinação foi realizado com a técnica entre areia, na qual a distribuição das sementes é efetuada sobre uma camada uniforme de areia umedecida, com posterior cobertura das sementes com um a dois centímetros de areia solta.

Apesar de LORENZI (2000) recomendar que os frutos colhidos maduros podem ser utilizados diretamente como se fossem “sementes”, as sementes foram despulpadas a fim de que se minimizassem os riscos de infecção por microrganismos patogênicos, os quais poderiam se beneficiar do material nutritivo presente na polpa. Desta maneira, após terem sido despulpadas com o auxílio de peneira plástica com malha fina, as sementes foram higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 1%, por aproximadamente três minutos, foram semeadas quatro subamostras (repetições) de cinquenta sementes cada. As sementes foram mantidas em germinadores previamente higienizados com álcool a 90%, sob duas temperaturas: 20°C e 25°C, na ausência de luz. As temperaturas empregadas seguiram informações na literatura, segundo a qual a temperatura ótima para a germinação das sementes de espécies tropicais está entre 20°C e 30°C (FIGLIOLIA et al., 1993).

A Figura 3a mostra as subamostras submetidas a uma das temperaturas empregadas, no germinador.

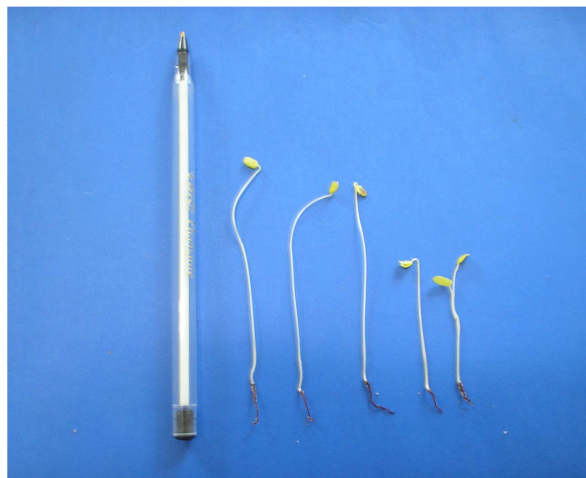
O delineamento do teste foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada temperatura, em esquema fatorial, no qual se estudou a germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* em duas temperaturas, em um mesmo substrato.

Em cada avaliação no teste, foram consideradas as plântulas emergidas que apresentaram comprimento igual ou superior a 1 cm.

Durante o teste, que durou 30 dias, foram realizadas quatro avaliações, uma a cada semana, nas quais se considerou a percentagem de germinação, as plântulas normais na primeira contagem, as plântulas anormais, sementes não germinadas (mortas e duras, embebidas), bem como o comprimento das plântulas (em centímetros) (Figura 3b).



(3a)



(3b)

Figura 3. Recipientes plásticos empregados no teste de germinação, acondicionados em germinador (3a) e detalhe de plântulas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA).

3.2. Teste de substratos para a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares

O teste de produção de mudas micorrizadas de *Schinus terebinthifolius*, com diferentes tipos de substratos, foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da UFRRJ, Seropédica, RJ, iniciando-se em junho de 2005. As mudas de *Schinus terebinthifolius* foram produzidas em tubetes plásticos com capacidade de 280 ml de volume. Foram testados dois tipos de substratos, ambos na presença e na ausência de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs):

* Substrato 1 (S1), na proporção 30:30:30:10 em volume, constituído de uma mistura contendo, respectivamente: 300 g/dm³ de **LETRIP**; 300 g/dm³ de material coletado em um horizonte B de uma Argissolo Vermelho-Amarelo com 50% de argila; 300 g/dm³ de areia lavada e peneirada e 100 g/dm³ fosfato de rocha (Fosfato de Araxá);

* Substrato 2 (S2), na proporção em volume 30:30:30:10, constituído, respectivamente, de 300 g/dm³ de **esterco bovino curtido**; 300 g/dm³ de material coletado em um horizonte B de uma Argissolo Vermelho-Amarelo com 50% de argila; 300 g/dm³ de areia lavada e peneirada e 100 g/dm³ fosfato de rocha (Fosfato de Araxá).

O LETRIP (lodo da estação de tratamento de resíduos industriais da Petroflex S. A.), de acordo com a NBR 10.007, é considerado um resíduo não inerte (Classe II).

De acordo com FREIRE et al. (1988), o LETRIP apresentou alto teor disponível de Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺, enquanto o esterco, médio teor; em ambos os componentes, o teor disponível de P e K encontrado foi considerado muito alto, sendo notável o de P em LETRIP e o de K no esterco (Tabela 1). Desta maneira, o uso de ambos pode ser justificado como fonte deste elemento para as plantas, principalmente levando-se em conta o alto custo dos adubos-fonte destes nutrientes.

Os substratos foram homogêneos e desinfestados separadamente em betoneira, com aplicação do fungicida Benomyl (Formulação Pó Molhável 50%), na dosagem de 20mg/kg de substrato, segundo KAHILUOTO & VESTBERG (2000). A seguir, os substratos foram

umedecidos e encerrados em sacos plásticos por três dias, ao final dos quais foram deixados secar, cobertos por lona plástica preta, por aproximadamente sete dias.

Tabela 1. Resultados da análise química dos componentes empregados na elaboração dos substratos, para a produção de mudas de aroeira-pimenteira

	pH em água	Al	ANÁLISE			P	K
			Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺		
			(cmol _c .dm ⁻³)			(mg.dm ⁻³)	
ARGILA	4,7	0,4	0,3	0,2	0,1	*	47,4
LETRIP	6,6	0,1	7,0	5,3	1,7	2268,0	727,0
ESTERCO	7,4	0,1	2,6	1,3	1,3	294,8	2928,0

* - teor não detectável

Cada tubete, em um orifício de 1 cm de profundidade, recebeu 4 sementes e, nos tratamentos que receberam inoculações com fungos micorrízicos, foi adicionada uma medida-padrão contendo uma mistura equilibrada com esporos das espécies *Gigaspora margarita* Becker & Hall e *Glomus clarum* Nicolson & Schenk, que são as espécies de maior demanda nos trabalhos de inoculação desenvolvidos pela EMBRAPA Agrobiologia. Depois, cobriu-se com o respectivo substrato. Os inóculos utilizados foram produzidos em cultura estoque de *Brachiaria decumbens* Staft.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com 24 repetições. Nas parcelas foram avaliadas as duas fontes diferentes de adubo e condicionador do substrato, a saber: LETRIP (componente de S1) ou esterco bovino curtido (componente de S2) e, nas subparcelas, a presença e a ausência de inoculação das mudas com fungos micorrízicos arbusculares, totalizando quatro tratamentos: **(a)** S1 sem inoculação com FMA; **(b)** S1 com inoculação com FMAs; **(c)** S2 sem inoculação; **(d)** S2 com inoculação.

A semeadura ocorreu aproximadamente 10 dias após a coleta dos frutos. O beneficiamento das sementes seguiu a mesma metodologia empregada no teste de germinação.

Com a finalidade de se manter um equilíbrio da microbiota entre os tratamentos estudados, foram adicionados, a cada recipiente dos tratamentos sem fungos micorrízicos, 2mL de um filtrado do inoculante micorrízico, isento de propágulos destes microorganismos.

O preparo do filtrado foi realizado com o processamento de aproximadamente 40g do inóculo com 400mL de água destilada, em liquidificador. O material triturado foi passado uma vez por peneira de 0,053mm e duas vezes por papel de filtro. Após adicionar o filtrado aos recipientes, seguiu-se a irrigação, para homogeneizar a penetração do mesmo nos poros do substrato.

Quando as plântulas apresentaram um par de folhas definitivas, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por tubete. Após 120 dias da semeadura, foram avaliadas as seguintes variáveis: altura (ALT), diâmetro das plantas à altura do coleto (DIAM), massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), conteúdo (CONT) de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da parte aérea (PA) e da raiz (R), o número de esporos presente no substrato dos tratamentos e a porcentagem do comprimento de raízes colonizadas das plantas de aroeira (COLRAIZ). A Figura 4 ilustra a disposição das mudas de *Schinus terebinthifolius* nos tubetes, na casa de vegetação.

O material coletado foi fracionado em parte aérea e raiz e secado em estufa de circulação de ar forçado a 65°C durante 48 horas, passando por pesagens até atingir massa constante, para determinação da massa seca da parte aérea e a das raízes. Posteriormente, todo o material foi moído para a realização da análise dos nutrientes N, P e K no extrato (TEDESCO et al., 1995).



Figura 4. Detalhe das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA) em casa de vegetação.

De cada amostra analisada, foram empregados 50cm³ de terra, previamente seca à sombra, para a extração dos esporos dos fungos micorrízicos arbusculares, de acordo com a técnica do peneiramento úmido (GERDEMANN & NICOLSON, 1963), utilizando peneiras com malhas de 38µm, seguida por centrifugação em sacarose. Uma vez extraídos, obteve-se o número total de esporos presentes em cada amostra, com o auxílio de microscópio estereoscópico.

O sistema radicular foi lavado em água destilada e em seguida colocado em papel absorvente para retirar-se o excesso de umidade. Para a avaliação da colonização dos fungos micorrízicos, separou-se 0,5g de raízes finas (< 1,00 mm de diâmetro) localizadas junto ao substrato. Este material foi conservado em etanol 50%, para o posterior clareamento e coloração conforme as metodologias propostas por KOSKE & GEMMA (1989) e GRACE & STRIBLEY (1991). As raízes, lavadas com água corrente, permaneceram cobertas com solução de KOH a 2,5%, por 24 horas. Em seguida, foram novamente lavadas em água corrente e permaneceram imersas em H₂O₂ alcalina a 3%, por aproximadamente 30 minutos. O material passou por nova lavagem com água corrente e foi coberto com HCl 1%, por 24 horas. Removeu-se o HCl, sem lavar o material, que, depois, foi corado com solução de azul de metila. Por fim, as raízes foram armazenadas em solução ácida de glicerol claro, até o momento da avaliação.

A porcentagem do comprimento de raízes finas colonizadas foi avaliada pelo método da interseção em placa quadriculada, descrito no trabalho de GIOVANETTI & MOSSE (1980), adaptado a partir do método de medida de comprimento de raízes de NEWMAN (1966), citados por HUNGRIA & ARAÚJO (1994).

A avaliação da altura das plantas foi realizada com régua centimetrada (Figura 5a), enquanto o diâmetro das plantas à altura do colo foi avaliado com auxílio de paquímetro digital (Figura 5b).

Os resultados de ambos os testes executados neste capítulo foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F de Snedecor e análise das médias com aplicação do teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Estes testes e análise foram realizados com o auxílio do “software” SAEF-5.0 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – Universidade Federal de Viçosa). Na avaliação da homogeneidade das variâncias foi empregado o teste de Cochran-Bartlett e, na análise da normalidade, o teste de Lilliefors. Foram utilizadas também análises descritivas para comparação simples de alguns resultados em tabelas, quadros e gráficos.



(5a)



(5b)

Figura 5. Tomada da altura das plantas (5a) e obtenção do diâmetro do caule das plantas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (AROEIRA-PIMENTEIRA). (5b).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teste de germinação para sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA)

O teste de germinação determina a proporção de sementes vivas numa amostra e capazes de produzir plantas normais sob condições favoráveis. Permite avaliar o valor da semente para o plantio e comparar o valor de diferentes lotes (POPINIGIS, 1977).

Para as variáveis analisadas no teste de germinação de sementes de aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius*), não houve diferença estatística entre os tratamentos empregados, com exceção apenas para a variável número de plântulas normais na primeira contagem (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis avaliadas no teste de germinação de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA)¹

VARIÁVEIS	TRAT	
	20°C	25°C
% GERMINAÇÃO	56a	60a
% PLÂNTULAS NORMAIS NA 1ª CONTAGEM	0b	10a
% PLÂNTULAS ANORMAIS	2a	2a
% SEMENTES NÃO GERMINADAS	42a	38a
COMPRIMENTO PLÂNTULA (cm)	7,0a	6,7a

¹Valores médios de quatro repetições. Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Sob a temperatura de 20°C, só foi verificada a germinação das sementes em substrato areia na segunda avaliação, ou seja, 14 dias após a instalação do teste. Entretanto, logo na primeira avaliação, que ocorreu 7 dias após a instalação, já foi constatada a germinação de 10% das sementes de aroeira-pimenteira, em substrato areia, sob a temperatura de 25°C. Portanto, esta temperatura favoreceu a emergência em um menor tempo. Para CARVALHO (2003), as sementes desta espécie germinam entre 10 e 70 dias, e o percentual de germinação, que gira, em média, em torno de 80%, é considerado alto.

O elevado percentual de sementes não germinadas, em torno de 42% e 38% do total de sementes, respectivamente, sob as temperaturas de 20°C e 25°C, contribuiu para o baixo percentual de germinação das sementes. O baixo percentual de germinação das sementes de aroeira-pimenteira verificado no presente teste diverge do obtido por MEDEIROS & ZANON (1998), segundo os quais, em areia, o percentual de germinação a 20°C foi de 81,5%, enquanto que a 25°C foi de 79,3%. Porém, pelo fato de a espécie estudada possuir sementes ortodoxas (CARVALHO et al., 2006; CARVALHO, 2003), acredita-se que o tempo transcorrido entre a coleta dos frutos e a sementeira (20 dias) não tenha influenciado neste resultado. Também foi descartada a possibilidade de tal resultado ter ocorrido por falta de água nos recipientes no germinador, uma vez que não houve deficiência de umidade no substrato.

Além disto, quando as sementes do mesmo lote foram empregadas na implantação do teste de substrato em casa de vegetação, observou-se que, 14 dias após a sua instalação, ocorreu a emergência de plântulas em aproximadamente 80% dos vasos.

Este resultado está de acordo com os divulgados por LORENZI (2000), o qual afirma que, com a semeadura a pleno sol, a emergência de plântulas de *Schinus terebinthifolius* ocorre entre 10 e 15 dias e que a taxa de germinação é superior a 50%.

Partindo da premissa que a germinação em casa de vegetação, onde houve incidência solar direta, foi elevada, a baixa porcentagem de germinação nas condições testadas em laboratório levam a crer que este resultado pode ter ocorrido em função de as sementes terem sido submetidas à germinação em ausência de luz. Esta constatação é reforçada pelo fato de a espécie pertencer ao grupo ecológico das pioneiras, as quais, em geral, apresentam as seguintes características: germinação elevada das sementes sob incidência luminosa direta, grande produção de sementes e frutos, sementes caracteristicamente pequenas e ortodoxas.

VÁLIO & SCARPA (2001) estudaram o comportamento germinativo de sementes de *Miconia chamissois* Naud. (sabiazeira), uma espécie arbustiva, e *Cecropia hololeuca* Miq. (embaúba-branca), *Cecropia pachystachya* Trec. (embaúba), *Cecropia glazioui* Sneathl. (embaúba-vermelha), *Solanum gracillimum* Sendt., *Solanum granuloso-leprosum* Dun. (gravitinga), *Solanum tabacifolium* Salsm. e *Croton floribundus* Lund. (capixingui), sete arbóreas pioneiras tropicais. Foram testadas, em condições controladas, temperaturas alternadas dentro da faixa de 5° C a 25 °C e baixas razões de vermelho:vermelho extremo e, em condições naturais, a germinação em clareira e sob o dossel. Com exceção de *Croton floribundus*, todas as demais espécies se mostraram fotoblásticas, isto é, apresentaram influência da luz sobre a germinação. Altas porcentagens de germinação foram encontradas sob condições de luz, sendo que a germinação foi drasticamente reduzida sob baixas razões de vermelho/vermelho extremo, o que denota que as espécies são fotoblásticas positivas, caso em que as sementes só germinam ou germinam muito melhor na luz. A exceção se deu para *Solanum tabacifolium*, que se comportou como espécie fotoblástica negativa em algumas temperaturas. Em condições naturais, a baixa relação vermelho/vermelho extremo que predomina sob o dossel parece ser o fator mais importante na germinação. Em condições controladas, não foi encontrada relação entre a porcentagem de germinação e a amplitude de temperaturas, da mesma forma que a alternância de temperatura não foi o principal fator a influenciar a germinação em condições naturais.

Um dado importante a ser discutido é o fato de ter sido observada a ocorrência de duas espécies de fungos patogênicos, *Pestalotia* sp. e *Curvularia* sp., em aproximadamente 5% e 12% das plântulas normais sob a temperatura, respectivamente, de 20°C e 25°C. Em ambas as temperaturas, isto se deu apenas na 2ª contagem. Embora os fungos tenham se restringido aos tegumentos das sementes que ainda estavam presos à parte aérea das plântulas e não tenham comprometido o desenvolvimento das mesmas, e este fato não tenha sido observado nas demais contagens, isto é um indicativo de que o tratamento de desinfestação das sementes não foi eficaz, embora tenham sido seguidas as recomendações que constam nas Regras para Análise de Sementes.

Apesar disto, não se pode concluir que as sementes empregadas não tenham apresentado a qualidade necessária para uso na produção de mudas, com vistas à recuperação ambiental. Este raciocínio se baseia tanto na rápida emergência quanto no rápido crescimento da espécie florestal em casa de vegetação, na qual as condições podem ser severas, como por exemplo, a ocorrência de temperaturas acima da ótima, até mesmo porque a taxa de sobrevivência das mudas foi de 100%.

Deste modo, o estudo concorda com LORENZI (2000), CARVALHO (2003) e SOUZA et al. (2001), segundo os quais *Schinus terebinthifolius* tem elevado potencial de utilização na produção de mudas para a recuperação de áreas degradadas, inclusive de Restingas, conforme o estabelecido pela Resolução SMA nº 21, de 21 de novembro de 2001.

4.2. Teste de substratos para a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares

A Figura 6 ilustra as comparações do aspecto geral das mudas de *Schinus terebinthifolius* (aroeira-pimenteira) realizadas, quando as mesmas ainda estavam nos recipientes.

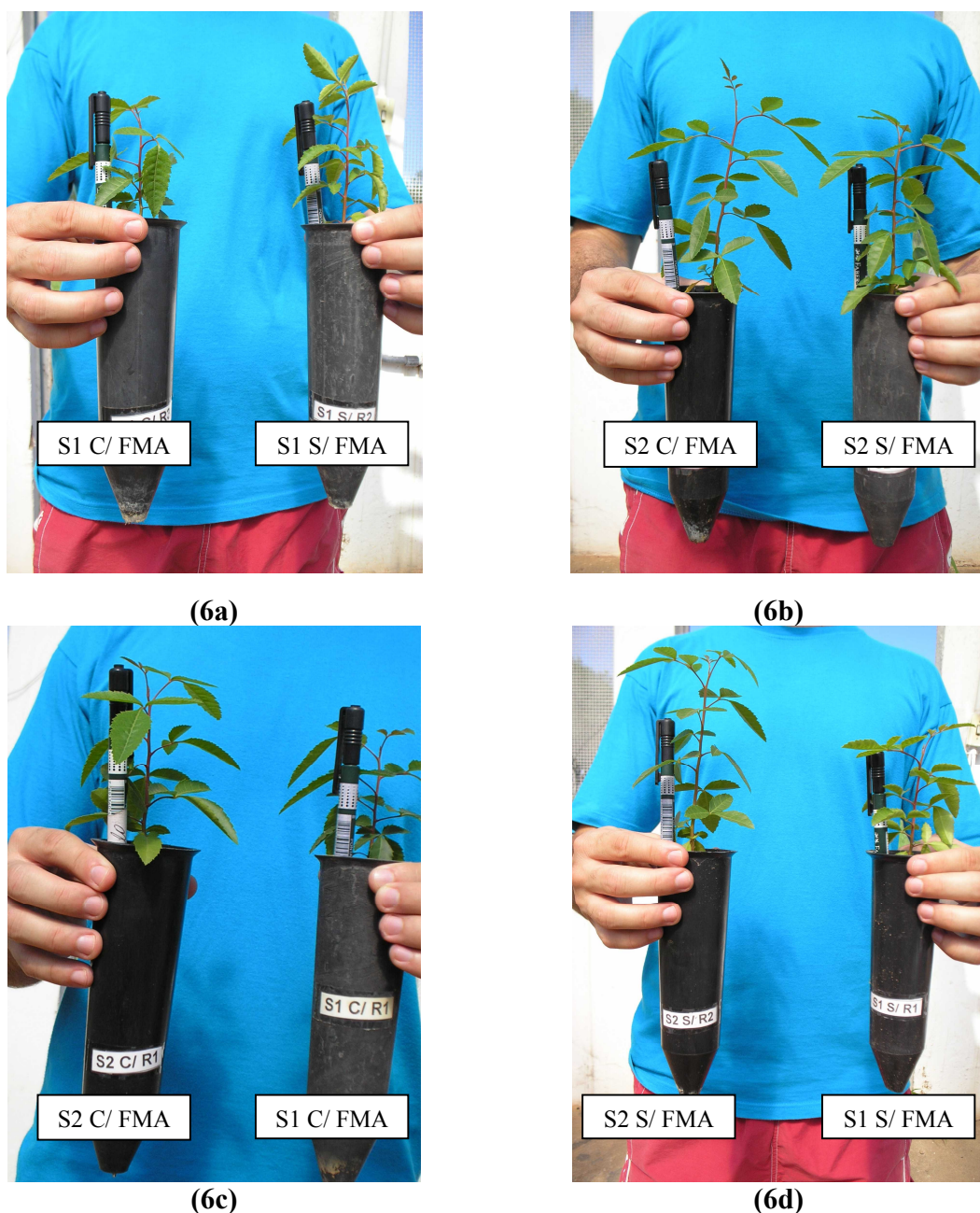


Figura 6. Comparação entre mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA) produzidas em S1 (LETRIP), inoculadas e não inoculadas com FMAs (6a); em S2 (esterco), inoculadas e não inoculadas com FMAs (6b); em S2 e em S1 inoculadas com FMAs (6c); e em S2 e em S1 não inoculadas com FMAs (6d).

O substrato S2, que recebeu esterco bovino em sua constituição, foi responsável pelo desempenho significativamente superior das mudas de aroeira-pimenteira em todas as variáveis de crescimento (Tabela 3) e nutrição (Tabela 4) analisadas, com exceção para a colonização das raízes (COLON.RAIZ), a qual foi superior nas mudas produzidas em S1 (com LETRIP).

Dentre nove espécies arbóreas plantadas em uma área degradada em Itutinga, MG, *Schinus terebinthifolius* foi a que mais se beneficiou da adubação de esterco bovino, tendo apresentado ganhos de 70,5% na altura e de 93% na área da copa (FARIA et al., 1997).

Tabela 3. Valores médios comparativos entre os tratamentos com LETRIP e com esterco, para os dados vegetativos e a colonização micorrízica das raízes das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), 120 dias após a semeadura¹

TRATAMENTO	VARIÁVEIS				
	ALT* (cm)	DIAM* (mm)	MSPA* (g)	MSR* (g)	COLON.RAIZ* (%)
S1 [»]	11,1b	2,65b	0,65b	0,23b	67,1a
S2 [»]	13,0a	3,83a	1,07a	0,45a	0,0b

¹Valores médios de vinte e quatro repetições. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * ALT = altura; DIAM = diâmetro do caule; MSPA = massa seca de parte aérea; MSR = massa seca de raiz; COLON.RAIZ = colonização micorrízica da raiz. [»] S1 = substrato à base de LETRIP; S2 = substrato à base de esterco bovino.

Tabela 4. Valores médios comparativos entre os tratamentos com LETRIP e com esterco, para os dados do conteúdo de nutrientes das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), 120 dias após a semeadura¹

TRATAMENTO	VARIÁVEIS					
	CONTNPA	CONTNR	CONTPPA	CONTPR	CONTKPA	CONTKR
(g.kg ⁻¹ massa seca)						
S1 [»]	1,47b	0,35b	0,01b	0,01b	0,13b	0,04b
S2 [»]	2,99a	0,62a	0,02a	0,02a	0,42a	0,08a

¹Valores médios de vinte e quatro repetições. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * CONTNPA = conteúdo de nitrogênio da parte aérea; CONTNR = conteúdo de nitrogênio da raiz; CONTPPA = conteúdo de fósforo da parte aérea; CONTPR = conteúdo de fósforo da raiz; CONTKPA = conteúdo de potássio da parte aérea; CONTKR = conteúdo de potássio da raiz. [»] S1 = substrato à base de LETRIP; S2 = substrato à base de esterco bovino.

TRINDADE et al. (2000) testaram a influência de diferentes concentrações de esterco bovino de curral maturado (0, 5, 10, 20 e 30%) no substrato à base de solo de textura franco-argilo-arenosa, na produção de mudas de *Carica papaya* L. (mamoeiro), comparando os tratamentos com e sem inoculação com *Glomus etunicatum*. O esterco promoveu máximo crescimento das mudas nas doses de 20% e 30%, ao passo que a inoculação das mudas foi eficiente para o seu crescimento apenas até a dose de 10% de esterco. A colonização radicular por este FMA manteve-se alta até à dose de 20% de esterco, reduzindo significativamente sob a dose de 30%.

De uma maneira geral, não houve diferença significativa entre os tratamentos sem e com inoculação das mudas com relação às variáveis de crescimento (Tabela 5) e de nutrição testadas

(Tabela 6). As exceções se concentraram nas variáveis conteúdo de potássio na raiz (CONTKR) e colonização de raízes finas (COLON.RAIZ), as quais foram beneficiadas pela inoculação, e massa seca de raiz (MSR), conteúdo de nitrogênio na raiz (CONTNR) e conteúdo de fósforo na raiz (CONTPR), que apresentaram médias superiores nos tratamentos-testemunha, isto é, sem FMAs.

Quando a disponibilidade de fósforo na solução do solo se apresenta elevada, a planta não micorrizada pode ser capaz de absorver fósforo tanto quanto a micorrizada; nesta situação, o fungo se torna um encargo energético para a planta, sem o devido retorno em benefício nutricional (SAGIN JÚNIOR & SILVA, 2005). Acredita-se que este foi o motivo pelo qual as plantas não micorrizadas apresentaram um desempenho significativamente superior ao das micorrizadas, em relação a algumas variáveis (MSR, CONTNR e CONTPR).

Tabela 5. Valores médios dos dados vegetativos e da colonização micorrízica das raízes das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), não inoculadas e inoculadas com uma mistura equilibrada de *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*, 120 dias após a semeadura¹

TRAT	VARIÁVEIS				
	ALT* (cm)	DIAM* (mm)	MSPA* (g)	MSR* (g)	COLON.RAIZ* (%)
SEM FMAs	12,1a	3,35a	0,91a	0,40a	17,3b
COM FMAs	12,0a	3,13a	0,81a	0,28b	49,8a

¹Valores médios de vinte e quatro repetições. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * ALT = altura; DIAM = diâmetro do caule; MSPA = massa seca de parte aérea; MSR = massa seca de raiz; COLON.RAIZ = colonização micorrízica da raiz.

Tabela 6. Valores médios dos dados do conteúdo de nutrientes das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), não inoculadas e inoculadas com uma mistura equilibrada de *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*, 120 dias após a semeadura¹

TRAT	VARIÁVEIS					
	CONTNPA*	CONTNR*	CONTPPA*	CONTPR*	CONTKPA*	CONTKR*
(g.kg ⁻¹ massa seca)						
SEM FMAs	2,31a	0,60a	0,02a	0,02a	0,29a	0,05b
COM FMAs	2,15a	0,37b	0,02a	0,01b	0,27a	0,07a

¹Valores médios de vinte e quatro repetições. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * CONTNPA = conteúdo de nitrogênio da parte aérea; CONTNR = conteúdo de nitrogênio da raiz; CONTPPA = conteúdo de fósforo da parte aérea; CONTPR = conteúdo de fósforo da raiz; CONTKPA = conteúdo de potássio da parte aérea; CONTKR = conteúdo de potássio da raiz.

Na produção de mudas de *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula (jurema-branca), SIBINEL (2003) observou que em substrato rico em fósforo (30% de composto orgânico, 30% de solo argiloso e 40% de areia, fertilizado com 4 kg de fosfato de rocha.kg⁻¹ substrato), a altura, a massa seca, o conteúdo de nitrogênio e de fósforo da parte aérea das mudas não foram beneficiados pela inoculação com os fungos micorrízicos *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*,

pois a própria fertilidade do substrato foi suficiente para promover o desenvolvimento das plantas.

Outros autores encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo. CARMO et al. (2004) constataram que não houve benefícios da inoculação no crescimento das mudas *Schinus terebinthifolius*, provavelmente devido ao elevado teor de P (652 mg.dm^{-3}) presente no substrato (uma mistura de 50% de composto de resíduo de lixo e 50% de composto orgânico, areia e argila), que pode ter prejudicado a contribuição dos FMAs às plantas.

MOREIRA et al. (2004) verificaram que, na produção de mudas de *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula (jurema branca), não houve diferenças significativas de crescimento entre as mudas micorrizadas e as não micorrizadas. Os autores atribuíram estes resultados aos elevados teores de fósforo e de pH nas formulações de substrato testadas.

SCHIAVO & MARTINS (2002), para as variáveis analisadas (matéria seca e os conteúdos de N e P da parte aérea), não detectaram diferenças significativas entre as mudas de *Psidium guajava* L. (goiabeira) produzidas em presença e em ausência de *Glomus clarum*. Este resultado se deveu, segundo os autores, a alterações fisiológicas ocasionadas nas mudas pela parede rígida dos tubetes, uma vez que, em comparação com a técnica de produção de mudas em blocos com substrato prensado, confeccionado a partir de resíduos orgânicos, isto não ocorreu. Este recipiente permite o desenvolvimento livre das raízes por todos os lados, sem confinamento ou direcionamento, o que, ao contrário dos tubetes, não teria gerado menor absorção de água e de nutrientes. Apesar disto, e da alta quantidade de P disponível no substrato empregado (uma mistura de bagaço de cana, torta de filtro de usina açucareira e vermiculita), em ambos os tipos de produção (tubetes e blocos prensados), não houve diferença significativa na taxa de colonização micorrízica. Essa boa taxa de colonização foi atribuída ao fato da quantidade elevada de P extraída pelo extrator Mehlich ter sido superior à extraída pelas plantas.

AQUINO & CASSIOLATO (2002) inocularam mudas de *Guazuma ulmifolia* Lamb. (mutambo) com FMAs autóctones provenientes de solo de pastagem degradada e observaram que a inoculação não proporcionou aumento significativo na altura das plantas e nem na produção de matéria seca, sugerindo que tal espécie não é responsiva à micorrização. Entretanto, houve diferença significativa nas taxas de colonização micorrízica nas raízes das plantas com inoculação (68,5%) e sem inoculação (10,2%).

CALDEIRA et al. (1997) avaliaram que, no desenvolvimento de mudas de *Copaifera martii* Hayne (pau-d'óleo) e *Dimorphandra macrostachya* Benth. (ataná), não houve diferença estatística para as variáveis estudadas (altura, diâmetro, massa seca da parte aérea e de raízes), comparando-se os tratamentos com e sem FMAs. Entretanto, a inoculação com *Gigaspora margarita* promoveu uma maior taxa de sobrevivência para as mudas de ambas as espécies, sendo que *Glomus clarum* também aumentou a sobrevivência de *Copaifera martii*. As maiores porcentagens de colonização micorrízica em *Copaifera martii* foram observadas com a inoculação de *Gigaspora margarita*.

Todavia, os resultados encontrados no presente estudo divergem daqueles relatados por outros autores. MENDES FILHO (2004), segundo o qual a presença conjunta de inoculação com fungos micorrízicos (uma mistura de *Glomus clarum*, *Glomus intraradices* e *Gigaspora rosea*) e adubação com composto orgânico foi responsável por ganhos importantes no crescimento (massa seca da parte aérea) e na nutrição (maior incorporação de N e P) de *Cajanus cajan* (L.) Huth (feijão-guandu), *Acacia mangium* Willd. (acácia) e *Schinus terebinthifolius*, já que a foi significativamente superior neste tratamento, em comparação com as mudas adubadas e não inoculadas. Entretanto, é difícil fazer comparações entre os resultados do presente estudo e o estudo do autor anteriormente citado, pois este último não informou o teor de nutrientes presentes

no composto orgânico. Este dado é importante para fazer certas inferências, já que se sabe que em um substrato ou solo rico em nutrientes, principalmente no caso do P, que tende a ser o elemento mais limitante em ambientes de condições tropicais, as plantas, de uma maneira geral, não formam micorriza com os FMAs.

A inoculação de estacas semi-lenhosas de *Malpighia emarginata* D. C. (aceroleira) com *Gigaspora margarita* e com *Glomus etunicatum* proporcionou maior altura, aumentou a biomassa seca da parte aérea e a área foliar, além de ter reduzido o tempo de produção de mudas, em pelo menos dois meses (COSTA et al., 2001).

A inoculação de FMA favoreceu o crescimento das mudas de caféiro durante sua formação, seu desenvolvimento e sobrevivência pós-transplante e sua produção no campo (COLOZZI-FILHO et al., 1994). ALMEIDA et al. (1985a) mostraram que a inoculação de mudas de *Bixa orellana* L. (urucu) com FMAs foi responsável pelo melhor desempenho das plantas, em relação à testemunha.

SUDO et al. (1996) indicam a utilização de FMA na produção de mudas de *Bactris gasipaes* H. B. K. (pupunheira), uma vez que o tratamento com inóculo misto *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita* foi responsável por ganhos nutricionais (acúmulo de P, K e N na parte aérea) e no crescimento das mudas (altura, diâmetro à altura do colo, matéria seca da parte aérea e da raiz). Enquanto as raízes das mudas inoculadas apresentaram 53% de colonização micorrízica, as do tratamento testemunha apresentaram 13% de colonização.

CARNEIRO et al. (1998) observaram que mudas de *Schinus terebinthifolius* inoculadas com uma mistura de propágulos de *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*, cultivadas por 150 dias, em condições de casa de vegetação, apresentaram baixa incidência de micorriza arbuscular, baseada na taxa de colonização micorrízica em torno de 19% a 1%. O resultado deste trabalho contrasta com o obtido pelo presente estudo, no caso de TRAT1 e TRAT3, nos quais, respectivamente, a incidência de micorriza arbuscular observada foi média (entre 49% e 29%) e alta (maior que 50%). Não foi possível comparar os resultados dos dois trabalhos no que tange à composição dos substratos, já que CARNEIRO et al. (1998) apenas informaram que usaram solo.

As Tabelas 7 e 8 mostram o desdobramento do efeito da ausência e presença da inoculação com FMAs em S1 e S2.

Tabela 7. Valores médios dos quatro tratamentos testados, para os dados vegetativos e a colonização micorrízica da raiz das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), 120 dias após a semeadura¹

TRATAMENTO	VARIÁVEIS				
	ALT*	DIAM*	MSPA*	MSR*	COLON.RAIZ*
	(cm)	(mm)	(g)	(g)	(%)
S1» SEM FMAs	11,0b	2,74b	0,68b	0,26b	34,6b
S2» SEM FMAs	13,2a	3,96a	1,14a	0,55a	0c
S1» COM FMAs	11,2b	2,56b	0,62b	0,20b	99,6a
S2» COM FMAs	12,8a	3,69a	1,01a	0,36a	0c

¹Valores médios de vinte e quatro repetições. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * ALT = altura; DIAM = diâmetro do caule; MSPA = massa seca de parte aérea; MSR = massa seca de raiz; COLON.RAIZ = colonização micorrízica da raiz. » S1 = substrato à base de LETRIP; S2 = substrato à base de esterco bovino.

De uma maneira geral, aos 120 dias após a montagem do experimento, não houve diferença significativa entre as mudas de aroeira-pimenteira submetidas aos pares de tratamento S1 SEM e S1 COM FMAs, e S2 SEM e S2 COM FMAs. Os tratamentos nos quais se empregou S2 foram responsáveis por ganhos em todas as variáveis analisadas, com algumas exceções: com relação aos conteúdos de P e de K na raiz, não houve diferença significativa entre os tratamentos S1 SEM, S2 SEM e S2 COM. Porém, destes três, S2 COM FMAs ocasionou mais do que o dobro de CONTKR das plantas, enquanto que S2 SEM ocasionou o dobro do conteúdo de fósforo na raiz, em comparação com S2 SEM e S1 SEM. Este panorama ratifica o que foi exposto nas Tabelas 3 a 6.

Em seu estudo de produção de mudas de *Schinus terebinthifolius*, CARMO et al. (2004) verificaram que o percentual de colonização de raiz foi bem maior no tratamento não inoculado (90%) do que no inoculado com uma mistura de inóculos de *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* (28%); esta significativa diferença foi atribuída à presença no primeiro tratamento de propágulos nativos provavelmente já adaptados, uma vez que o substrato não foi desinfestado.

Tabela 8. Valores médios dos quatro tratamentos testados, para os dados do conteúdo de nutrientes acumulado nas mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (AROEIRA-PIMENTEIRA), 120 dias após a semeadura¹

TRATAMENTO	VARIÁVEIS					
	CONTNPA*	CONTNR*	CONTPPA*	CONTPR*	CONTKPA*	CONTKR*
	(g/kg massa seca)					
S1 [»] SEM FMAs	1,38 b	0,43 b	0,01 b	0,01 a	0,13 b	0,05 a
S2 [»] SEM FMAs	3,24 a	0,77 a	0,02 a	0,02 a	0,45 a	0,05 a
S1 [»] COM FMAs	1,56 b	0,27 b	0,01 b	0,00 b	0,13 b	0,03 b
S2 [»] COM FMAs	2,74 a	0,48 a	0,02 a	0,01 a	0,40 a	0,11 a

¹Valores médios de vinte e quatro repetições. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * CONTNPA = conteúdo de nitrogênio da parte aérea; CONTNR = conteúdo de nitrogênio da raiz; CONTPPA = conteúdo de fósforo da parte aérea; CONTPR = conteúdo de fósforo da raiz; CONTKPA = conteúdo de potássio da parte aérea; CONTKR = conteúdo de potássio da raiz. [»] S1 = substrato à base de LETRIP; S2 = substrato à base de esterco bovino.

Apesar de o percentual de colonização de raízes em S1 COM FMAs ter sido o mais elevado dentre todos os outros testados, este tratamento, de uma maneira geral, foi equivalente ao tratamento S1 SEM e ambos foram inferiores a S2 SEM e S2 COM, com relação à altura, diâmetro, massa seca de parte aérea e de raízes e conteúdo de N, P e K. Tal fato está em concordância com resultados obtidos por CALDEIRA et al. (1999), que verificaram que o tratamento com *Gigaspora margarita*, mesmo tendo ocasionado a menor percentagem do comprimento de raízes colonizadas de *Peltogyne venosa* (Vahl) Benth (pau-roxo-da-várzea) e *Sclerolobium paniculatum* Vogel (taxi-branco), em comparação com a inoculação com *Glomus clarum*, com fungos nativos e com o tratamento testemunha (sem inoculação), foi superior ou equivalente ao tratamento sem FMA em altura, diâmetro e massa seca de raízes finas e grossas. Assim sendo, não existe correlação direta entre a percentagem do comprimento de raízes finas colonizadas e a resposta da planta.

É provável que a micorrização seja estimulada sob baixas concentrações de matéria orgânica no solo; por outro lado, quando há farta disponibilidade de nutrientes no solo, como ocorre no caso de acúmulo de matéria orgânica, a micorriza deixa de ser uma associação vantajosa (CAPRONI, 2001). Embora a elevada disponibilidade de nutrientes no esterco bovino possa ter inibido a colonização das raízes das mudas de aroeira-pimenteira inoculadas produzidas em S2, esta situação não se aplicaria ao LETRIP, uma vez que este componente também mostrou elevada disponibilidade de nutrientes e, ainda assim, houve colonização radicular das plantas inoculadas em S1. Acredita-se que possíveis diferenças entre estes dois componentes quanto à natureza física e/ou biológica possa ter influenciado nos resultados.

Espécies pioneiras, como a aroeira-pimenteira (CARVALHO, 2003), são mais responsivas ao fornecimento de fósforo, indicando a necessidade do suprimento adequado deste nutriente para o seu desenvolvimento (RESENDE et al., 1999).

A adição de matéria orgânica ao substrato favorece o desenvolvimento de micorriza (CARNEIRO, 1995); todavia, se o material empregado promover uma elevada disponibilidade de nutrientes na solução do solo, sobretudo de fósforo, a micorrização pode se tornar pouco efetiva na promoção do crescimento das plantas, chegando até mesmo a prejudicar as plantas (FLORES-AYLAS et al., 2003).

FLORES-AYLAS et al. (2003), ao avaliar os efeitos da disponibilidade de fósforo no solo e da micorriza formada por *Glomus etunicatum* no crescimento de seis espécies arbóreas, verificaram que, nos níveis mais baixos de fósforo na solução do solo ($0,002 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$), houve efeito positivo da inoculação com FMAs na altura das plantas. Porém, em condições de P alto ($0,2 \text{ mg.L}^{-1}$), a micorrização foi pouco efetiva em promover o crescimento das plantas e, no caso da aroeira-pimenteira, o efeito da inoculação neste nível de fósforo foi negativo e houve redução dos teores de N nos tecidos desta planta. Esta situação foi observada no presente estudo no caso do substrato à base de esterco; porém, o LETRIP, empregado na formulação do outro tipo de substrato, embora tenha sido tão rico em P e K e até mais rico em Ca e Mg do que o esterco, não conduziu a resultado semelhante. Isto leva a crer que este material pode ter imprimido alguma característica ao substrato que não foi tão benéfica ao crescimento e nutrição da aroeira-pimenteira quanto o esterco. Não se sabe se este fato se deveu a uma possível deficiência do LETRIP em algum outro nutriente, seguindo a Lei do Mínimo, segundo a qual a produção das culturas é limitada pelo nutriente menos disponível para as plantas (LOPES, 1989) ou se este resíduo apresentou características físicas e/ou biológicas não tão favoráveis às plantas quanto o esterco.

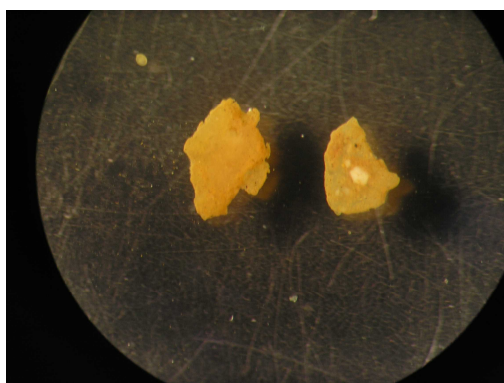
O presente estudo concorda com ALTAFIN et al. (2004), os quais referem que um outro tipo de resíduo, o lodo de fosfatização, tem elevado potencial para utilização na agricultura, todavia, estudando a aplicação do mesmo na produção de arbóreas nativas utilizadas em reflorestamento, dentre as quais *Schinus terebinthfolius* Raddi., verificaram que são necessários mais estudos para dimensionar a dosagem adequada do mesmo em plantações de nativas. Deste modo, apesar de o substrato a base de LETRIP não ter gerado ganhos vegetativos e nutricionais para a aroeira-pimenteira, por ser um material rico em nutrientes, sugere-se a realização de novas pesquisas voltadas para o seu emprego na produção de mudas de essências florestais, para a recuperação de áreas degradadas. Tais pesquisas voltadas podem determinar uma dosagem mais adequada deste material, a fim de que se estimule esta via de captação de resíduos industriais, o que contribui muito com a minimização do impacto ambiental gerado por sua inapropriada destinação.

Com relação ao teste de substrato, inicialmente, a densidade de esporos presente no substrato dos diferentes tratamentos estava prevista como uma das variáveis a serem analisadas.

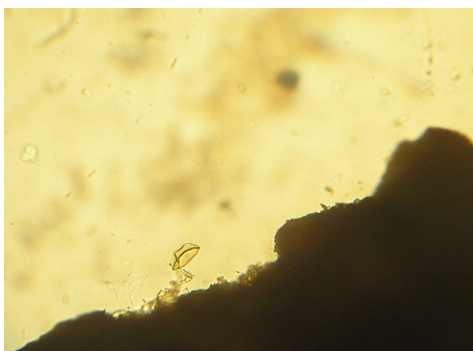
Porém, durante a contagem de esporos, verificou-se que tanto S1 sem quanto S1 com inoculação apresentaram abundantes estruturas de um material elastômero, as quais muito se assemelhavam a esporos de fungos micorrízicos arbusculares, além da presença de alguns esporos de FMAs. Portanto, optou-se por não considerar os resultados desta variável com o intuito de evitar a obtenção de resultados superestimados.

Todavia, a ocorrência de colonização das raízes de aroeira-pimenteira produzidas em S1 sem inoculação demandou a realização de uma investigação mais acurada na tentativa de se levantar a provável hipótese para este fato. Desta maneira, amostras individualizadas dos componentes de S1 e S2 foram submetida à extração de esporos e, após análise do material em microscópio estereoscópico observou-se a ausência de esporos na areia, na argila e no estercó, mas a presença de esporos de FMAs no LETRIP (dados não incluídos, provenientes de avaliação qualitativa) (Figura 7a).

Após o fracionamento das partículas com o auxílio de estiletos, verificou-se que das mesmas partiam esporos e hifas de FMAs, por meio de visualização em lupa. A fim de se ratificar tal resultado, foi montada lâmina em água com as partículas constituintes do LETRIP, para análise do material em microscópio modelo Standard 25, fabricante Zeiss, sob aumento de 10 vezes. Foram, então, tiradas fotografias por meio de máquina digital Olympus, com recurso próximo de aproximação (*zoom* digital de 4 vezes), como pode ser observado nas Figuras 7b e 7c.



(7a)



(7b)



(7c)

Figura 7. Detalhe de partículas de borracha do LETRIP, visualizadas em microscópio estereoscópico; esporo de FMA ligado a partícula de borracha do LETRIP; hifas de FMA presas à partícula de borracha, no LETRIP.

Provavelmente, este comportamento foi decorrente do encapsulamento dos esporos dos FMAs nativos nos fragmentos do LETRIP, partículas de borracha sintética, os quais se protegeram desta maneira contra a ação do fungicida empregado e iniciaram a colonização das raízes conforme o seu efeito se tornando inócuo. Esta hipótese explica o percentual de colonização observado no tratamento S2 sem FMAs, que foi acima de 30%. O altíssimo percentual de colonização de raiz das mudas produzidas em S1 com FMAs (praticamente 100%) pode ter sido fruto de um efeito sinérgico provocado pela presença conjunta de FMAs nativos do LETRIP e da mistura de FMAs empregada no estudo.

Esta constatação descartou a possibilidade de contaminação das mudas não inoculadas com propágulos dos fungos aplicados, pois várias medidas foram tomadas para evitar isso: o estudo seguiu esquema em parcelas subdivididas, com disposição das plantas dos tratamentos com e sem inóculo em bancadas separadas; houve controle das formigas, por meio da utilização de estopas embebidas com óleo queimado nas pernas das bancadas, a fim de se evitar a presença de formigas nas mudas, as quais poderiam transportar propágulos de fungos micorrízicos; a irrigação das mudas foi realizada com água destilada, contou com o auxílio de pissete, muda a muda, evitando a formação de *sprays* (aerossóis) que poderiam contaminar os tratamentos não inoculados.

Portanto, o resíduo industrial estudado pode ser empregado como fonte de inóculo de FMAs e novos estudos devem ser realizados a fim de que se investigue a efetividade ou não de variadas dosagens de diferentes fungicidas, assim como da autoclavagem na eliminação de propágulos dos fungos presentes no lodo.

Não ocorreu colonização de raízes finas pelos FMAs utilizados no tratamento S2 com, o que reforça o fato de que o fungicida foi efetivo na desinfestação do esterco, além do que este componente por ser uma fonte rica em nutrientes, não favoreceu a formação da simbiose. Tal fato está de acordo com a literatura, que atesta que o estabelecimento da simbiose se dá com ônus energético para o vegetal, o qual “prefere” não estimular a infecção radicular por FMAs caso os nutrientes sejam fornecidos pelo substrato em boas condições de disponibilidade.

O conjunto de dados levantados pelo presente estudo sugerem que o crescimento e a nutrição desta espécie vegetal, sob as condições de casa de vegetação testadas, pode ser mais dependente da fonte de matéria orgânica do que da micorrização, e o esterco curtido de curral influenciou positivamente na qualidade das mudas produzidas. É possível que outros resultados sejam alcançados com estes mesmos substratos, com e sem inoculação com FMAs, porém com proporções diferentes de seus constituintes.

Na produção de mudas de aroeira-pimenteira, recomenda-se o emprego de esterco bovino curtido, pois ficou evidente que o mesmo imprimiu ao substrato características tais que permitiram incrementos significativos no crescimento e na nutrição das plantas, independentemente da inoculação com FMAs.

5. CONCLUSÕES

O esterco bovino é uma fonte de matéria orgânica promissora como constituinte do substrato para a produção de mudas mais vigorosas de *Schinus terebinthifolius*. Portanto, o substrato 2 é o mais indicado para o crescimento de mudas de aroeira, com a finalidade de recompor áreas degradadas de restinga.

Embora o substrato à base de LETRIP de estação de tratamento de efluentes não tenha proporcionado ganhos em crescimento para as mudas de aroeira, deve-se investir em pesquisas voltadas para o seu emprego na produção de mudas, para a recuperação de áreas degradadas, porque o mesmo é rico em potássio e esta via constitui uma alternativa ecologicamente viável para a destinação de tal resíduo industrial.

Após 120 dias de semeadura, percebeu-se que a inoculação com a mistura equilibrada de esporos de fungos micorrízicos arbusculares das espécies *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum* não ocasionou incremento no crescimento das mudas de *Schinus terebinthifolius*, provavelmente em virtude da riqueza dos substratos em nutrientes.

Todavia, em virtude da adversidade das condições de campo e dos benefícios das micorrizas, recomenda-se a micorrização das mudas de aroeira, para que sejam garantidas maiores chances de estabelecimento e sobrevivência das mudas no campo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADSON, R. Efeitos da secagem na germinação e vigor de sementes de angico – *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan, caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam) DC. e caroba - *Jacaranda micrantha* Cham. In: **1º Seminário de sementes e viveiros florestais**, v. 1. Curitiba: FUPEF, 1981. p. 43-54.
- ALMEIDA, R. T.; SARAIVA, J. A. B.; FREIRE, V. F. Efeito da inoculação de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares no desenvolvimento de mudas de urucu, *Bixa orellana* L. **Ciência Agrônômica**, v. 16, n. 2, p.65-67, 1985a.
- ALMEIDA, R. T.; FREIRE, V. F.; VASCONCELOS, I. Seleção de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares para inoculação em algaroba, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. **Ciência Agrônômica**, v. 16, n. 2, p.91-94, 1985b.
- ALTAFIN, V. L.; POLONIO, W.; MEDEIROS, G. A.; BRANDÃO, M. F.; ZUIN, F. D.; BUSCARATO, E. A.; MENEZES, M. O. Utilização de lodo de fosfatização na produção de mudas de espécies nativas. **Engenharia Ambiental**, v. 1, n. 1, p.45-50, 2004.
- ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.
- AQUINO, S. S. & CASSIOLATO, A. M. R. Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares autóctones no crescimento de *Guazuma ulmifolia* em solo de cerrado degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 12, p. 1819-1823, dez. 2002.
- AQUINO, A. M.; SILVA, E. M. R.; SAGGIN JUNIOR, O.; RUMJANEK, N.; DE-POLLI, H.; REIS, V. M. A biota do solo e processos relevantes num novo contexto da agricultura. In: WADT, P. G. S. (editor técnico). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2005. 635p.
- ARAÚJO, D. S. D. **Análise florística e fitogeográfica das Restingas do Estado do Rio de Janeiro**. 2000. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- BAGGIO, A. J. Aroeira como potencial para usos múltiplos na propriedade rural. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 17, p.25-32, 1988.
- BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. A disposição de lodo de esgoto em solo agrícola. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. (Ed.). **Lodo de esgoto: impacto ambiental do uso agrícola**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p. 25-35.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Brasília, DF: Senado Federal, 2000.
- BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G.; GUTIERREZ, L. E. Qualidade do breu e terebintina de pinheiros tropicais. **IPEF**, n. 21, p.55-63, 1980.
- CAMPELLO, E. F. C. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: **Recuperação de áreas degradadas**. DIAS, L. E. & MELLO, J. W. V. (Eds.). Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 183-196.
- CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, E. M. R., FRANCO, A. A.; ZANON, M. L. B. Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Florestal**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 1997.

- CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, E. M. R., FRANCO, A. A.; ZANON, M. L. B. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de duas leguminosas arbóreas. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 63-70. 1999.
- CAPRONI, A. L. **Fungos micorrízicos arbusculares em áreas reflorestadas remanescentes da mineração de bauxita em Porto de Trombetas/PA**. Tese. 2001. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia), 205f. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2001.
- CAPRONI, A. L.; FRANCO, A. A.; BERBARA, R. L. L.; GRANHA, J. R. D. O.; MARINHO, N. F. Fungos micorrízicos arbusculares em estéril revegetado com *Acacia magium*, após mineração de bauxita. **Revista Árvore**, v. 29, n. 3, p. 373-381, 2005.
- CARMO, M. V.; LOUREIRO, D. C.; OLIVEIRA NETO, S. N.; LELES, P. S. S.; SILVA, E. M. R. Avaliação de recipientes para produção de mudas e efeito da associação micorrízica em *Schinus terebinthifolius* Raddi. In: XIV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRuralRJ, Seropédica, RJ, 2004. **Anais...** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. v. 14, n. 1, p. 273-276. Área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. Morfologia e anatomia da semente de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 1, 1999.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451p.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA; J. O.; DAVIDE, A. C.; GOMES, L. J.; CURTI, N.; VALE, F. R. Fungo micorrízico e superfosfato no crescimento de espécies arbóreas tropicais. **Scientia Forestalis**, n. 50, p. 21-36, 1996.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA; J. O.; MOREIRA, F. M. S.; CARVALHO, D.; BOTELHO, S. A.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. **Cerne**, v. 4, n. 1, p. 129-145, 1998.
- CARRASCO, P. G. & CASTANHEIRA, S. dos A. Recipientes e substratos na produção de mudas de espécies florestais de Restinga em Ilha Comprida, SP. **Arquivos do Instituto de Biologia**, v. 71, p. 305-307, 2004. Suplemento.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Ecológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. p. 161-168.
- CARVALHO, L. R.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.
- CARVALHO FILHO, J. L. S. de; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; BLANK, A. F. & RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.
- CASAGRANDE JR.; J. G.; VOLTOLINI, J. A.; HOFFMAN, A. & FACHINELLO, J. C. Efeito de materiais orgânicos no crescimento de mudas de açaizeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 2, n. 3, p. 187-191, 1996.
- CASTANHEIRA, S. A. & CARRASCO, P. G. Testes de substrato para produção de *Rhizophora mangle* sob condições de viveiro florestal. **Arquivos do Instituto de Biologia**, v. 71, p. 335-337, 2004. Suplemento.
- CASTRO, J. P. C. Reabilitação de áreas degradadas – Aspectos legais. In: **Recuperação de áreas degradadas**. DIAS, L. E. & MELLO, J. W. V. (Eds.). Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de recuperação de Áreas degradadas, 1998. p. 9-13.

- CHU, E. Y.; MÖLLER, M. R. F.; CARVALHO, J. G. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 4, p.671-680, 2001.
- COLOZZI-FILHO, A.; SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; GUIMARÃES, P. T. G.; OLIVEIRA, E. Efetividade de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na formação de mudas, crescimento pós-transplante e produção do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 9, p.1397-1406, 1994.
- CORRÊA, A.; STRASSER, M. A. & MARTINS-LUC, A. Are mycorrhiza always benecial? **Plant and Soil**, V. 279, p. 65-73, 2006.
- COSTA, M. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; ALBRECHT, J. M. F.; COELHO, M. F. B. Substratos para a produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 19-24, 2005.
- COSTA, C. M. C.; MAIA, L. C.; CAVALCANTE, U. M. T.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6, p.893-901, 2001.
- COUTINHO, M. P.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; RODRIGUES, L. A.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A. ; MENDONÇA, A. V. R.; NOVAES, A. B. Crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. Plantadas em uma área degradada pela extração de argila. **Floresta**, v. 35, n. 2, 2005.
- CUENCA, G.; ANDRADE, Z.; LOVERA, M.; FAJARDO, L.; MENDES, E.; MÁRQUEZ, M.; MACHUCA, R. El uso de arbustos nativos micorrizados para la rehabilitación de áreas degradadas de La Gran Sabana, Estado Bolívar, Venezuela. **Interciência**, v. 27, n. 4, abr. 2002.
- CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L. A.; SILVA, J. A. L. da & SOUZA, V. C. de. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D. C.) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.
- DIAS, F. C. **Dinâmica e disponibilidade de nutrientes e metais pesados em área de planossolo tratado com resíduos industriais**. 2005. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2005.
- DIAS, F. C.; BEHLING, M.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, M. P.; MAZUR, N.; AMARAL SOBRINHO, N. M.; OLIVEIRA, C. Alterações da acidez do solo tratado com resíduos industriais. In: II CONGRESSO DE PESQUISA CIENTÍFICA DA UFRuralRJ, Seropédica, RJ, 2004. **Anais...** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. v. 2, n. 1, p.11-15. Área de Agronomia.
- ENGEL, V. L. & PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, SP: FEPAF, 2003. p. 3-26.
- EWE, S. M. L. & STERNBERG, L. S. L. Seasonal water-use by the invasive exotic, *Schinus terebinthifolius*, in native and disturbed communities. **Oecologia**, v 133, p.441–448, 2002.
- FARIA, J. M. R.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Comportamento de espécies florestais em área degradada, com duas adubações de plantio. **Cerne**, v. 3, n. 1, 1997. Disponível em: www.dcf.ufla.br/CERNE/revistav3n1-1997/cemig.PDF. Acesso em: março de 2005.
- FERRETTI, A. R. & BRITZ, R. M. A restauração da Floresta Atlântica no litoral do estado do Paraná: os trabalhos da SPVS. In: **Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso**.

- GALVÃO, A. P. M. & PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Eds.). Colombo: EMBRAPA Florestas, 2005. p. 87-102.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C. & PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: **Sementes Florestais Tropicais**. AGUIAR, I. B. & PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coords.). Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.
- FLORES-AYLAS, W. W.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SIQUIERA, J. O.; DAVIDE, A. C. Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p.257-266, 2003.
- FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; SILVA, E. M. R. da & FARIA, S. M. de. **Revegetação de solos degradados**. Empresa Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (EMBRAPA-CNPAB), 1992. 8 p. (Empresa Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia, Comunicado Técnico 9).
- FRANZÃO, A. A. & MELO, B. **Cultura da pitangueira**. Disponível em <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pitangueira.html>. Acesso em: 12 mar. 2005.
- FREIRE, L. R.; BLOISE, R. M.; MOREIRA, G. N. C.; EIRA, P. A. Análise química do solo. In: DE-POLLI, H. (coord.); ALMEIDA, D. L.; SANTOS, G. A.; CUNHA, L. C.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A.; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí, RJ: Editora Universidade Rural, 1988. p.24-37. (Coleção Universidade Rural. Ciências Agrária, n. 2).
- FREIRE, J. M.; SILVA, I. L. & PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Efeito do sombreamento sobre o desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira). **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, XLIX, 1998, Salvador, BA. (**Resumos**).
- FREITAS, F. C. & SÁ, P. G. S. Germinação e repicagem de espécies de manguezal em diferentes concentrações de lodo da ETREI – Petroflex – misturado ao substrato. **MANGROVE**, 2003, Salvador, BA. (**Resumos**).
- FURMANN, L. E.; PEDROSA-MACEDO, J. H.; CUDA, J. P.; VITORINO, M. D. Efeito da liberação aumentativa no campo de *Pseudophilothrips ichini* no desenvolvimento de *Schinus terebinthifolius*. **Floresta**, v. 35, n. 2, p.241-245, 2005.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of British Mycological Society**, v. 46, p. 235-244, 1963.
- GIOVANETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, New York, v. 64, n. 3, p. 489-500, 1980.
- GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA JÚNIOR, L. R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, SP: FEPAF, 2003. p. 111-163.
- GRACE, C. & STRIBLEY, D. P. A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycological Research**, v. 95, p. 1160-1162, 1991.
- GRIPPI, S. **Lixo, reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001. 138 p.
- GUERRA, M. A. J. M.; BARREIRO, M. L.; RODRIGUEZ, Z. M.; RUBALCADA, Y. Actividad antimicrobiana de un extracto fluido al 80% de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (COPAL). **Revista Cubana Plantas Medicinales**, v. 5, n. 1, p.23-25, 2000.

- HAY, J. D. & LACERDA, L. D. Ciclagem de nutrientes do ecossistema de Restinga. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D. & TURCQ, B. (Org.) **Restingas: origens, estrutura, processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 459-475.
- HUNGRIA M. & ARAÚJO R.S. (Eds.). **Manual de Métodos Empregados em Estudos de Microbiologia Agrícola**. EMBRAPA, Brasília-DF, 1994. 525p.
- JANOS, D. P. Mycorrhiza applications in tropical forestry: are temperate-zone approaches appropriate? In: NG, F. S. P. (Ed.). **Trees and Mycorrhiza**. Malaysia: Kuala Lumpur, 1988. p. 133-188.
- JESUS, R. M. & ROLIM, S. G. Experiências relevantes na restauração da Mata Atlântica. In: GALVÃO, A. P. M. & PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Eds.). **Restauração Florestal: Fundamentos e estudos de caso**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2005. p. 59-86.
- JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separation nematodes from soil. **Plant Disease Report**. 48: 692, 1964.
- JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C. & OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, abr./jun. 2005.
- KAGEYAMA, P. Y. & GANDARA, F. B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ / USP e CESP. In: **Restauração Florestal: Fundamentos e estudos de caso**. GALVÃO, A. P. M. & PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Eds.). Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 47-58.
- KAHILUOTO, H. & VESTBERG, M. Creation of a non-mycorrhizal control for a bioassay of AM: Benomyl application and soil sampling time. **Mycorrhiza**, 9, p. 259-270, 2000.
- KATO, O. R.; OLIVEIRA, E.; SANTIAGO, A. D.; CORRÊA, H. Efeito de diferentes espécies de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares no crescimento e nutrição da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 8, p.1175-1181, 1990.
- KOSKE, R.E. & GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v. 92, p. 486-488, 1989.
- LENZI, M. & ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 2, p. 67-89, 2004a.
- LENZI, M. & ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) em Florianópolis-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 198-201, 2004b.
- LOPES, A. S. Manual de fertilidade do solo. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 1, 3ª. Ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2000. 352 p.
- LOURENÇO, R. S.; MEDRADO, M. J. S.; FOWLER, J. A. P.; MOSELE, S. H. Influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 38, p. 13-30, 1999.
- LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. **100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo**. Una selección del Global Invasive Species Database. 1ª Ed. Auckland, Nova Zelândia: Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), 2004. 12p.
- MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, J. A.; DAVIDE, A. C.; GUIMARÃES, R. M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002.
- MACEDO, A. C. Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 18p.

MALAVASI, U. C. & MALAVASI, M. M. Efeito do tubete no crescimento inicial de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micrantha* Cham. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 2, 2003. (Nota Técnica).

MALHEIROS, M. G.; FREITAS, F. C.; FRADE JÚNIOR, E. F.; LYRIO, J. J.; OLIVEIRA NETO, S. N.; LELES, P. S. S.; LIMA, E.; ZONTA, E.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Resíduo industrial classe II na produção de mudas de eucalipto. In: XV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRuralRJ, Seropédica, RJ, 2005. **Anais...** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005. CD-ROM.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. 1ª Semana de Atualização em produção de sementes. Piacicaba: ESALQ; Campinas: Fundação Cargill. 1986. 223p.

MARTINS, S. S. **Recomposição de fragmentos florestais ciliares no Estado do Paraná**. Maringá: Clichetec, 2. Ed., 2005. 32 p.

MEDEIROS, A. C. S. & ZANON, A. **Substratos e temperaturas para teste de germinação de sementes de aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1998. 3p. (Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Comunicado Técnico 32).

MENDES FILHO, P. F. **Potencial de reabilitação do solo de uma área degradada, através da revegetação e do manejo microbiano**. Tese. 2004. 89p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), USP, Piracicaba, SP, 2004.

MENEZES, L. F. T.; ARAÚJO, D. S. D.; GOES, M. H. B. Marambaia: a última restinga preservada. **Ciência Hoje**, v. 23, n. 136, p. 28-37, 1998.

MIELNICZUC, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: In: SANTOS, G. A. & CAMARGO, F. A. O. (editores). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. 508p.

MIRANDA NETO, M. I. **Investigação geoambiental em área de mangue na Baía de Guanabara contaminada com resíduos industriais**. Dissertação. 2002. 273p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Área de Concentração Ciências em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2002.

MOREIRA, R. T. S.; FONSECA, F. A.; LELES, P. S. S.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; OLIVEIRA NETO, S. N. Utilização de resíduos urbanos associados a fungos micorrízicos, como substrato, para produção de mudas de *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula. In: XIV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRuralRJ, Seropédica, RJ, 2004. **Anais...** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. v. 14, n. 1, p. 246-249. Área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal.

NASCIMENTO, D. F.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MOREIRA, R. T. S. Produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em diferentes recipientes. In: XIV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRuralRJ, Seropédica, RJ, 2004. **Anais...** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. v. 14, n. 1, p. 250-252. Área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal.

NEVES, C. S. V. J. Sementes recalcitrantes: revisão de literatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 9, p.1459-1467, 1994.

NEWMAN, E. I. A method of estimating the total length of root in a sample. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 3, n. 2, p.139-145, 1966.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434p.

PASQUALINI, D.; GRIPPA, C. R.; STÜRMER, S. L. Inoculação com comunidades de fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e absorção de fósforo em espécies arbóreas nativas da

Floresta Atlântica. In: V REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, FERTBIO, Lages, SC, 2004. Palestras... CD-ROM.

PEDROSA-MACEDO, J. H.; POULMANN, W.; STOLLE, L.; UKAN, D.; CUDA, J. P.; MEDAL, J. C. Criação da vespa-da-roeira em cativeiro para o controle biológico da roeira-mansa. **Floresta**, v. 36, n. 3, p.371-378, 2006.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

REIS, A. & KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, SP: FEPAF, 2003. p. 91-110.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURTI, N.; FAQUINI, V. crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p.2071-2081, 1999.

RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil. Aspectos morfológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito Cultural Edições Ltda., 2ª Ed. 1997.

SANTOS, C. J. F. Restauração ecológica associada ao social no contexto urbano: o Projeto Mutirão Reffortestamento. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, SP: FEPAF, 2003. p. 239-263.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F. Desenvolvimento de mudas de roeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 166-169, 2006. (Comunicação).

SCHIAVO, J. A. & MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agro-industrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 519-523, ago. 2002.

SIBINEL, A. H. M. **Resposta da leguminosa *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula à inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. 2003. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**/Embrapa Solos. Brasília: Embrapa Informática Agropecuária, 1999.

SILVA, W. R. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, SP: FEPAF, 2003. p. 77-90.

SILVA, L. M.; M. & AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscylus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26. n. 1, p.9-14, 2004.

SILVA, L. F. C. & SIQUEIRA, J. O. Crescimento e teores de nutrientes de mudas de abacateiro, mangueira e mamoeiro sob influência de diferentes espécies de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p.283-288, 1991.

SIQUEIRA, J. O. & KLAUBERG FILHO, O. **Micorrizas arbusculares**: a pesquisa brasileira em perspectiva. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. V. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, 2000. p. 235-264.

- SIQUEIRA, J. O.; HUBBEL, D. H.; VALLE, R. R. Effects of phosphorous on formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, p.1465-1471, 1984.
- SMA. Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo. Resolução SMA Nº 21, de 21 de novembro de 2001: Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. São Paulo, SP, 2001.
- SOUZA, F. A. de & SILVA, E. M. R. da. Micorrizas arbusculares na revegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J. O. (Ed.) **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: UFLA/DCS e DCF, 1996. p. 253-290.
- SOUZA, P. A.; VENTURIN N.; MACEDO, R. L. G.; ALVARENGA, M. I. N.; SILVA, V. F. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. **Cerne**, v. 7, n. 2, p.043-052, 2001.
- SOUZA, K. C. A.; FLAUSINO, M. S.; SOUZA, N. D.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; NOGUEIRA, E. S. Maturação de sementes de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). In: XIV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRuralRJ, Seropédica, RJ, 2004. **Anais...** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. v. 14, n. 1, p. 243-245. Área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal.
- SUDO, A.; SILVA, E. M. R.; BOVI, M. L. A.; ALMEIDA, D. L.; COZZOLINO, K. Produção de mudas de pupunheira colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p.529-532, 1996.
- TAMANINI, C. R. **Recuperação de áreas degradadas com a utilização de biossólido e gramínea forrageira**. 2004. 181f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Ciência do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- TAVARES, S. R. L. **Uso de leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas para revegetação de solo de Restinga degradado**. Dissertação. 1998. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 1998.
- TEDESCO, J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, planta e outros materiais**. UFRGS. Porto Alegre, 1995. 174p.
- TOLEDO, P. E. & MATTOS, Z. P. B. Aspectos econômicos da questão de restauração de áreas degradadas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, SP: FEPAF, 2003. p. 205-237.
- TRINDADE, A. V.; FARIA, N. G.; ALMEIDA, F. P. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1389-1394, 2000.
- VÁLIO, I. F. M. & SCARPA, F. M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.1, p.79-84, 2001.
- ZAMITH, L. R. & SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das Restingas do Município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. In: **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 161-176, 2004.

CONCLUSÕES GERAIS

O presente trabalho buscou contribuir com a conservação e recuperação de restingas, ecossistemas costeiros fortemente degradados, por meio do levantamento das características da biota do solo da Restinga da Marambaia, RJ – fauna do solo e fungos micorrízicos arbusculares – e do estabelecimento da associação micorrízica envolvendo uma espécie florestal de ocorrência em restingas.

Dentre as informações obtidas, verificou-se que Formicidae mostrou ser um grupo com relevante participação na comunidade da fauna do solo de fragmentos florestais sujeitos à inundação da Restinga da Marambaia. Cogitou-se que a umidade e a temperatura do solo exerceram importante influência sobre a fauna do solo, uma vez que se registrou maior densidade total de indivíduos e maior riqueza de grupos no fragmento que apresentou os maiores valores para ambas as variáveis. A presença de grupos da fauna do solo que são encontrados apenas em ambientes não perturbados indica o bom funcionamento do ecossistema da Restinga da Marambaia.

Dentre os fungos micorrízicos arbusculares encontrados nos fragmentos florestais estudados, *Acaulospora* foi o gênero mais rico em espécies, enquanto *Glomus* foi o mais frequentemente encontrado na Restinga da Marambaia, indicando uma provável maior adaptação às condições edafo-climáticas vigentes neste ecossistema tropical oligotrófico.

Quanto à produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-pimenteira) para a recuperação de áreas degradadas de restinga, ficou evidente a importância do emprego do esterco bovino curtido de curral como componente do substrato para a formação de mudas, independentemente da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. São necessários mais estudos envolvendo outras espécies florestais e a participação do LETRIP em diferentes proporções na composição do substrato para a produção de mudas, a fim de que seja avaliada a viabilidade do uso deste resíduo industrial em programas de recuperação de áreas degradadas, uma vez que esta seria uma via alternativa para o emprego ecologicamente adequado deste material rico em nutrientes. Embora não tenham sido notadas diferenças significativas no crescimento das mudas em presença e ausência de micorriza, nos dois tipos de substrato testados, a inoculação com fungos micorrízicos é de fundamental importância para a sobrevivência, o crescimento e o estabelecimento das plantas nas condições de campo, principalmente em se tratando de ambientes de restinga, os quais se caracterizam por apresentar condições edafo-climáticas adversas.