

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CEDRO AUSTRALIANO INOCULADAS  
COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM DIFERENTES  
RECIPIENTES**

**ÉLIDA RIBEIRO DO CARMO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO - UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
JULHO - 2012**

PRODUÇÃO DE MUDAS DE CEDRO AUSTRALIANO INOCULADAS  
COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM DIFERENTES  
RECIPIENTES

Élida Ribeiro do Carmo

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.”

**Orientador: Prof<sup>o</sup> Marco Antônio Martins**

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JULHO – 2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 071/2012

Carmo, Élide Ribeiro do

Produção de mudas de cedro australiano inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em diferentes recipientes / Élide Ribeiro do Carmo. – 2012.

59 f. : il.

Orientador: Marco Antônio Martins

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.

Bibliografia: f. 45 – 57.

1. *Toona ciliata* 2. Micorrizas 3. Sistema de produção I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD-  
634.9756

PRODUÇÃO DE MUDAS DE CEDRO AUSTRALIANO INOCULADAS  
COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM DIFERENTES  
RECIPIENTES

Élida Ribeiro do Carmo

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.”

Aprovada em 26 de Julho de 2012.

Comissão Examinadora:

---

Dra. Cristiane Figueira da Silva (D.Sc., Produção Vegetal) - UFRRJ.

---

Profº. José Geraldo de Araújo Carneiro (PhD. Silvicultura) – UFV.

---

Profª. Marta Simone Mendonça Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Profº. Marco Antônio Martins (PhD. Microbiologia do Solo) - UENF.  
(Orientador)

## **Dedico**

A DEUS, pelo Dom da vida,  
À minha maravilhosa e amada família e,  
Aos meus amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por nos conceder a vida e nos permitir o progresso, pois não seria possível chegar tão longe sem as bênçãos de nosso Pai Maior;

Aos meus pais (Sebastião Lacerda e Maria Aparecida Ribeiro), que mesmo distantes mantiveram-se sempre ao meu lado. Dedico a minha conquista com a mais profunda admiração e respeito;

Aos meus irmãos Érica e Éverton (kiko), que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida;

A UENF, pela oportunidade de realização do curso e a FAPERJ pela concessão da bolsa;

A empresa viveiro Du Campo por ceder o substrato para a realização do meu experimento;

Ao meu orientador Prof<sup>o</sup> Marco Antônio pela confiança depositada a mim para realização deste trabalho;

À Prof<sup>a</sup> Marta, pela coorientação, amizade, conselhos e suporte durante toda a elaboração deste trabalho;

Ao Prof<sup>o</sup> José Geraldo pelo grande ensinamento;

Aos membros da banca, Prof<sup>o</sup> José Geraldo, Cristiane Figueira e Marta Simone, pela grande contribuição no projeto;

Aos técnicos de Laboratório Andréia, Acácio e Ederaldo, pela ajuda na realização das análises laboratoriais e condução do experimento e em especial a Andréia, pela amizade, dedicação e conselhos valiosos!

Aos amigos que fiz na graduação e no mestrado, em especial às minhas “amadinhas” Ana Paula, Élide Paes, Dyana, Fernanda, Milena, Mirian, Natália, Priscila, Roberta, Ruthanna, Shênia, Taiane, Zelita e Zulmira pelo agradável convívio. Amo vocês!

Aos amigos de laboratório: Andréia, Fernando Cubano, Gustavo, José Antônio, Késsia, Letícia, Lucas e Vanessa pela ótima convivência!

Ao amigo Paulo César (PC) por me ajudar na estatística e por arrumar um cantinho para o meu experimento, cedendo um espaço em seu experimento na casa de vegetação em benefício do meu. Obrigada meu amigo!

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração deste trabalho...

Muito obrigada!

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1- Cedro australiano ( <i>Toona ciliata</i> var. <i>australis</i> ).....	4
2.2- Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e sua influência na nutrição mineral.....	6
2.3- Associação micorrízica em raízes de cedro.....	9
2.4- Recipientes para a produção de mudas florestais.....	10

2.5- Importância da Qualidade das Mudanças.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1- Preparo dos inóculos dos fungos micorrízicos arbusculares.....	18
3.2- Produção de mudas de <i>Toona ciliata</i> .....	19
3.3- Colheita e características analisadas.....	20
3.4- Análise estatística.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1- Característica de crescimento.....	22
4.2- Colonização micorrízica.....	28
4.3- Característica de qualidade.....	30
4.4- Teores de N, P, K, Ca e Mg nas massa seca da parte aérea.....	37
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
APÊNDICE.....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação das espécies Micorrízicas.....	7
Tabela 2: Altura e diâmetro de colo de mudas de cedro australiano, 138 dias após a semeadura, inoculada ou não com FMAs em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.....	23
Tabela 3: Massa seca da raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST) de mudas de cedro australiano, 138 dias após a semeadura, inoculada ou não com FMAs em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.....	27
Tabela 4: Porcentagem de colonização micorrízica em raízes de mudas de cedro australiano, 138 dias após a semeadura, inoculada ou não com FMAs em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.....	29
Tabela 5: Relação altura e diâmetro (H/D) de mudas de cedro australiano, 138 dias após a semeadura, inoculada ou não com FMAs em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.....	31
Tabela 6: Relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz de mudas de cedro australiano, 138 dias após a semeadura, inoculada ou não com FMAs	33

em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.....

Tabela 7: Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de cedro australiano, 138 dias após a semeadura, inoculada ou não com FMAs em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ..... 35

Tabela 8: Teores de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea de mudas de cedro australiano, 138 dias após a semeadura, inoculada ou não com FMAs em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ..... 38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Temperatura (máxima e mínima) e umidade (máxima e mínima) na casa de vegetação durante a condução do experimento. Campos dos Goytacazes, RJ.....	17
Figura 2: Vista parcial do experimento em casa de vegetação. Campos dos Goytacazes, RJ.....	20
Figura 3: Estruturas fúngicas de colonização em raízes de cedro australiano aos 138 dias após a semeadura. a) Vesículas; b) Hifas.....	28

## RESUMO

CARMO, Élide Ribeiro do. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Julho de 2012. Produção de mudas de cedro australiano inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em diferentes recipientes. Orientador: Marco Antônio Martins. Coorientadora: Marta Simone Mendonça Freitas.

Devido ao seu potencial madeireiro, adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras, rápido crescimento e resistência ao ataque da broca do ponteiro (*Hypsiphyla grandella*), o cedro australiano (*Toona ciliata*) tem se destacado em povoamentos florestais com fins comerciais. No entanto, existem poucas informações referentes à produção de mudas de cedro australiano no Brasil. Sabe-se que diferentes métodos de produção influenciam nas características morfofisiológicas das mudas. Em viveiros florestais, a inoculação com fungos micorrízicos tem contribuído para o vigor das plantas, assim como a utilização de blocos prensados como recipiente que permite um melhor crescimento do sistema radicular e conseqüentemente da muda. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos dos fungos micorrízicos arbusculares e diferentes recipientes no crescimento, qualidade e teores de N, P, K, Ca e Mg de mudas de cedro australiano.

O experimento foi realizado em casa de vegetação e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 4 x 4, sendo: quatro tratamentos microbiológicos (*Glomus clarum* Nicolson e Schenck, *Gigaspora margarita* Becker e Hall, *G. clarum* + *G. margarita* e o não inoculado) e quatro tipos de recipientes (sacos plásticos de 250 cm<sup>3</sup>, tubetes de 55 e 130 cm<sup>3</sup> e bloco prensado 444 cm<sup>3</sup>.planta<sup>-1</sup>), com quatro repetições. As mudas foram colhidas com 138 dias após a semeadura, e foram avaliados: altura, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, raiz e total, os teores de N, P, K, Ca e Mg na massa seca da parte aérea, colonização micorrízica. Também foram avaliados os parâmetros de qualidade: índice de qualidade de Dickson (IQD), relação altura e diâmetro (H/D) e relação massa seca da parte aérea e raiz (PA/R). Para as avaliações de crescimento, qualidade das mudas, colonização micorrízica e teores nutricionais verificaram interação entre os tratamentos, recipientes e inoculação com ou sem FMAs, exceto para o teor de Mg, onde não houve interação. De um modo geral, as mudas de cedro australiano, no recipiente bloco prensado e inoculadas com as espécies *Glomus clarum* e o inóculo misto foram os tratamentos que proporcionaram melhores características de crescimento, qualidade e melhores teores nutricionais. Os resultados demonstram a importância do sistema de produção em blocos prensados, e a eficiência dos FMAs na produção de mudas florestais.

**Palavras-chave:** *Toona ciliata*, micorrizas, sistema de produção.

## ABSTRACT

CARMO, Élida Ribeiro do. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. July, 2012. Production of Australian cedar seedlings inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi in different recipients. Advisor: Marco Antonio Martins. Co-advisor: Marta Simone Mendonça Freitas.

Due to its timber potential, adaptation to Brazilian soils and climate, rapid growth and resistance to attack of *Hipisiphyla grandella*, the Australian cedar (*Toona ciliata*) has excelled in forest stands for commercial purposes. However, there is little information regarding the production methods influence on the morphological characteristics of the seedlings. In nurseries, inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) has contributed to the vitality of the plants, well as the use of recipient as pressed blocks that allow better root growth and consequently the seedlings. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects of AMF and different recipients on growth, quality and contents of N, P, K, Ca and Mg of Australian cedar seedlings. The experiment was carried out in greenhouse conditions and experimental design was completely randomized in a factorial arrangement of 4 x 4, with: four microbiological treatments (*Glomus clarum* Nicolson and Schenck, *Gigaspora margarita* Becker and

Hall. *G. clarum* + *G. margarita* and not inoculated) and four types of recipients (plastic bags of 250 cm<sup>3</sup>, plastic tubes of 55 and 130 cm<sup>3</sup> and pressed block of 444 cm<sup>3</sup>.planta<sup>-1</sup>), with four replications. The seedling were harvested at 138 days after sowing, and were evaluated: height, diameter, shoot dry weight, and root, contents of N, P, K, Ca and Mg in shoot dry mass and mycorrhizal colonization. It were also evaluated some quality parameters: Dickson quality index (DCI), height and diameter ratio (H/D), ratio and dry weight of shoot and root (PA/R). To the evaluations of growth, seedling quality, nutritional content and mycorrhizal colonization it was observed interaction between treatments, different recipients and inoculated with or without AMF and AMF uninoculated, except for the Mg content, where there was no interaction. The seedling of Australian cedar, grown in pressed block and inoculated with the species *Glomus clarum* and mixed inoculums led to a better growth characteristics, quality and better nutritional content of seedlings. Then resulted the importance of the production system in pressed blocks and the importance of efficiency of AMF on seedling production.

Keywords: *Toona ciliate*, mycorrhizae, production system.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a demanda por mudas com crescimento rápido, com madeira de boa qualidade e um ciclo de corte relativamente curto vem se intensificando, refletindo assim, a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias que viabilizem a produção de mudas com eficiência e qualidade (Silva, 2010).

A maioria das pesquisas está voltada para os gêneros de *Eucalyptus* e *Pinus*, no entanto, devem ser estudados outros gêneros, no intuito de buscar uma maior diversidade em áreas florestais. Uma das espécies que vem se destacando no cenário mundial, devido principalmente ao seu potencial madeireiro é o cedro australiano (*Toona ciliata*) (Gouvêa, 2005), uma espécie exótica que tem como centro de origem, a Austrália. Esta espécie encontrou condições favoráveis para sua adaptação no Brasil, exibindo crescimento rápido em condições adequadas, além de ser resistente ao ataque da broca do broto terminal (*Hipsiphyla grandella*) (Murakami, 2008).

Em virtude do ciclo relativamente curto, da boa produtividade e do valor de sua madeira no mercado interno e externo, o cedro australiano vem se destacando no segmento de madeira serrada. Sua madeira é semelhante às espécies *Cedrela odorata* e *Cedrela fissilis*, nativas do Brasil, apresentando moderada resistência a cupins, com durabilidade mediana. Apresenta ampla utilização na construção de móveis de luxo e embarcações, na produção de compensados, laminados,

ornamentos de interior, marcenaria, instrumentos musicais, caixas e engradados, entre outros. Relata-se também a extração de taninos e de substâncias de uso na produção de inseticidas, essências para a indústria de perfumaria, cosméticos e medicamentos (WAC, 2012).

Existem poucas informações referentes ao cultivo do cedro australiano no Brasil como: exigência nutricional das mudas, frequência de adubações, cultivo, manejo e produção de mudas. Com relação à produção de mudas, sabe-se que diferentes métodos de produção influenciam nas características morfofisiológicas quanto à sua qualidade. Segundo Hahn et al. (2006), os sacos plásticos e os tubetes são os recipientes mais utilizados para a produção de mudas de espécies florestais, uma vez que o saco plástico apresenta baixo investimento em infraestrutura e a utilização de recipientes de parede rígida, como os tubetes, apresenta estrias longitudinais internas, que vão minimizar os problemas de restrição radicular, além de possibilitar a mecanização do processo produtivo.

Outro método que vem sendo utilizado com sucesso em países escandinavos (Finlândia) é o sistema de produção de mudas em blocos prensados, confeccionados com resíduos orgânicos. Esse sistema permite o livre crescimento do sistema radicular, sem que ocorram deformações e, além dessa vantagem em relação aos recipientes de paredes rígidas (como os tubetes), permite também a mecanização do processo, maximizando a produção (Carneiro, 1995).

Outro aspecto importante a se considerar na produção de mudas em viveiros florestais é a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), no intuito de garantir o estabelecimento da simbiose (Zangaro e Andrade 2002), uma vez que estes fungos têm contribuído para o vigor das plantas.

O mutualismo que caracteriza a simbiose entre a raiz e o FMAs proporciona à planta hospedeira melhor crescimento e desenvolvimento devido, principalmente, ao aumento na absorção de nutrientes, especialmente o P, maior resistência ao estresse hídrico e aos patógenos do solo (Schiavo e Martins 2002; Lynch e Ho 2005) e toleram mais o estresse do transplante para o campo, proporcionando uma maior taxa de sobrevivência.

Para o sucesso na produção de muda de qualidade é necessário que a parte aérea e sistema radicular estejam bem formados e em bom estado nutricional, o que irá refletir em alta taxa de sobrevivência e crescimento no campo, aumento no poder de competição com a vegetação espontânea, redução na frequência de limpeza e consequentemente redução nos custos (Fonseca, 2005).

Por todos os fatores ressaltados anteriormente, levando-se em consideração a potencialidade que é conferida a esta cultura na produção madeireira, a complexidade de sua capacidade de adaptação às condições ambientais, este trabalho teve como objetivo avaliar a contribuição dos FMAs e diferentes recipientes no crescimento, qualidade e teores de N, P, K, Ca e Mg de mudas de cedro australiano.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Cedro australiano (*Toona ciliata* var. *australis*)

O cedro australiano (*Toona ciliata*) pertence à família Meliaceae, tem sua origem na Austrália, Índia, Mianmar, Malásia e Indonésia sendo, portanto, uma espécie exótica no Brasil, onde encontrou condições favoráveis para o seu desenvolvimento na região Sudeste e sul da Bahia (CI Florestas, 2011). Dentro da classe Magnoliopsida encontra-se a subfamília (Swietenioideae) que engloba espécies florestais de grande valor comercial, dentre estas incluem gêneros como *Cedrela*, *Toona*, *Swietenia*, *Khaya* e *Chukrasia* (Mallerby, 1997).

Segundo Bygrave e Bygrave (2005), o gênero *Toona*, destaca-se pelo seu rápido crescimento e potencial produtivo e dentro deste gênero, encontra-se a espécie *Toona ciliata* var. *australis*, conhecida vulgarmente como cedro australiano, cedro vermelho da Austrália.

A árvore do cedro australiano pode alcançar 50m de altura e 2m de diâmetro, seu tronco é retilíneo, algumas vezes apresenta bifurcação, com sapopemas pouco evidentes e baixas. Sua copa é verde, com formas capitata esférica e às vezes umbeliforme. Suas folhas são alternas e compostas, pendentes de coloração esverdeada. O pecíolo tem de 5 a 11 cm de comprimento, a sua base é dilatada, sulcoso-estriado, com poucas lenticelas. Os folíolos são opostos, com 7,5 a 20 cm de

comprimento por 3 a 7 cm de largura, oval-lanceolados, com pilosidade esparsa. As flores são pendentes, com pedúnculo pendente e de tamanho menor que as folhas e também são unissexuais com 3 a 4 mm de comprimento, de coloração branca. O fruto são cápsulas deiscentes com 15 a 20 mm de comprimento, castanho-escuro, com lenticelas, abrindo-se do ápice em direção à base. As sementes são aladas e pequenas, de 10 a 20 mm de comprimento, de cor castanho-clara e uma faixa castanho-escuro diagonal, contornando toda semente. Se armazenada em câmara fria e recipiente fechado, são viáveis por até um ano (CI Florestas, 2011).

Esta espécie cresce em áreas com precipitação anual entre 800 e 1.800 mm com 2 a 6 meses de seca, apresentando bom crescimento em regiões de 100 a 1.500 m de altitude. Quanto à temperatura, o cedro australiano sobrevive sob temperaturas mínimas absolutas pouco abaixo de 0°C. O cedro ocorre principalmente em solos profundos e úmidos, mas, bem drenados e com textura argilosa a areno-argilosa que são favoráveis ao seu desenvolvimento (Embrapa, 2010). É cultivado com o objetivo de fornecer madeira de qualidade para serrarias e indústrias moveleiras. Pode ser utilizado para fabricação de compensados, aglomerado, móveis, esculturas, entalhes em portas e janelas, na construção de navios e aviões, fabricação de lápis e instrumentos musicais. A sua madeira é marrom-avermelhada, de boa durabilidade, fácil secagem e desdobro. É macia e de textura grossa, com densidade aproximada de 0,33 a 0,60g/cm<sup>3</sup> (CI Florestas, 2011).

Esta espécie está se destacando como uma opção para os produtores que buscam diversificar suas atividades para ampliar as fontes de renda, e destinam parte da propriedade para o reflorestamento (Sementes Caiçara, 2011).

No Brasil, o cedro australiano encontrou condições favoráveis ao seu desenvolvimento, que é comparável ao do eucalipto ainda que não seja equivalente. Em municípios da região de montanha no Espírito Santo, como Venda Nova do Imigrante, Marechal Floriano e Domingos Martins, há produtores que cultivam cedro australiano. Uma característica da espécie é a resistência ao ataque da *Hypsiphyla grandella* (broca do broto terminal), que ataca as espécies de cedro brasileiras *Cedrella odorata* e *Cedrella fissilis* (Murakami, 2008).

As mudas de cedro australiano, obtidas através de sementes são comercializadas a valores que variam de R\$ 0,60 a R\$ 0,80 a unidade. A sua produção esperada depende das condições locais e nível tecnológico adotado. Durante seu ciclo que gira em torno de 15 anos, quando a árvore está pronta para o corte, seu cultivo rende uma média de 250 a 390 m<sup>3</sup> madeira/hectare, sendo que o valor da madeira foi cotado em fevereiro de 2008 a R\$ 850,00/ m<sup>3</sup>, dependendo da qualidade (Murakami, 2008). Segundo Pinheiro et al. (2003), a implantação da cultura é economicamente viável e rentável para o produtor.

## **2.2. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e sua influência na nutrição mineral**

O termo micorriza foi inicialmente proposto pelo alemão Bernard Frank, em 1885, originado do grego (myco = fungo e rhiza = raiz) para descrever as associações mutualísticas entre esses fungos e as raízes da maioria das plantas vasculares. Estima-se que cerca de 250.000 espécies (80 a 90% das plantas terrestres) são capazes de formar micorrizas. Por isso, essas associações têm ocorrência generalizada, sendo mais fácil listar as exceções de plantas que não formam essas associações (Smith e Read, 2008; Moreira e Siqueira, 2006).

Existem sete tipos de micorrizas, sendo elas: Arbuscular, Ectomicorriza, Ectendomicorriza, Arbutoide, Monotropoide, Ericoide e Orquidoide (Smith e Read, 2008). Dentre estes, a micorriza arbuscular é a mais ancestral e apresenta melhor distribuição e ocorrência nas plantas tropicais e de interesse agrícola, devido à sua capacidade de colonizar várias espécies de plantas de importância econômica (Michereff e Barros, 2001).

De acordo com a classificação atual, os FMAs são divididos em treze famílias, dezenove gêneros e duzentas e quatorze espécies (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação das espécies micorrízicas.

<b>Filo Glomeromycota</b>			
<b>Classe Glomeromycetes</b>			
Ordem	Família	Gênero	Nº. de Espécie
Glomerales	Glomeraceae	<i>Glomus</i>	105
Diversisporales	Gigasporaceae	<i>Gigaspora</i>	9
	Scutellosporaceae	<i>Scutellospora</i>	10
	Racocetraceae	<i>Racocetra</i>	9
		<i>Cetraspora</i>	5
	Dentiscutataceae	<i>Dentiscutata</i>	7
		<i>Fuscutata</i>	4
		<i>Quatunica</i>	1
	Acaulosporaceae	<i>Acaulospora</i>	34
		<i>Kuklospora</i>	2
	Entrophosporaceae	<i>Entrophospora</i>	2
	Pacisporaceae	<i>Pacispora</i>	7
	Diversisporaceae	<i>Diversispora</i>	4
		<i>Otopora</i>	1
Paraglomerales	Paraglomeraceae	<i>Paraglomus</i>	3
Archaeosporales	Geosiphonaceae	<i>Geosiphon</i>	1
	Ambisporaceae	<i>Ambispora</i>	8
	Archaeosporaceae	<i>Archaeospora</i>	1
<i>Intraspora</i>		1	
Total: 4	13	19	214

Fonte: [http:// www.AMF-phylogeny.com](http://www.AMF-phylogeny.com). Data de acesso: 27 de novembro de 2010.

Na família Glomeraceae, encontra-se o gênero *Glomus* que é considerado o mais diverso, contendo 105 espécies, correspondendo ao maior número de espécies descritas (Invam, 2010). Contudo, o Brasil apresenta apenas 31% da diversidade total deste gênero. Apesar disto, *Glomus* aparece como o gênero predominante na maioria dos ecossistemas brasileiros (Moreira et al., 2008). Dentre este grupo, encontra-se a espécie *Glomus clarum* descrita por Nicolson e Schenck (1979). O gênero *Gigaspora*, pertencente à família Gigasporaceae, possui nove espécies descritas, na qual está inserida a espécie *Gigaspora margarita*, descrita por Becker e Hall (1976).

Os FMAs são biotróficos obrigatórios e, portanto, só se propagam quando associado a uma planta viva. O estabelecimento das micorrizas arbusculares resulta de uma sequência de eventos coordenados pelo fungo e pela planta e suas interações, culminando com uma relação simbiótica caracterizada pela perfeita integração morfológica, bioquímica e funcional da associação (Smith e Read, 2008) onde a planta fornece lipídios e carboidratos ao fungo e em troca este fornece água, compostos nitrogenados e fosfatados à planta.

Estes microrganismos contribuem também para o estoque de carbono (Rillig et al., 2001) e biomassa microbiana em solos (Olsson e Wilhelmsson, 2000), favorecendo assim o sequestro de carbono da atmosfera. No solo, favorecem a formação e estabilidade de agregados, não só pela ação física do micélio fúngico, mas também através da ação de uma glicoproteína denominada glomalina, que é produzida por esses fungos (Rillig e Mummey, 2006).

Os principais benefícios dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) à planta hospedeira estão associados com a absorção de nutrientes. Para uma eficiente absorção de nutrientes, a maioria das plantas precisa se associar a fungos micorrízicos para suprir os minerais necessários, aumentando sua produtividade e conferindo resistência a condições de estresses (Reinhardt, 2007). A exploração destas simbioses em ambientes naturais e agronômicos é de alto valor ambiental e econômico (Bonfante e Anca, 2009).

O aumento na absorção de nutrientes da solução do solo e o aproveitamento de água (Smith e Read, 2008), ocorrem através da extensão do sistema radicular pelas hifas dos FMAs que podem atingir sítios fora da zona de depleção de nutrientes, proporcionando um aumento da área da superfície de contato com o solo, favorecendo a maior absorção de nutrientes como o fósforo (Freitas et al, 2006., Schiavo e Martins 2002., Lynch e Ho 2005), nitrogênio e potássio (Govindarajulu et al., 2005.), cálcio e magnésio (Schiavo et al., 2009). Em condições controladas, Marschener e Dell (1994) verificaram que os fungos micorrízicos podem ser responsáveis pela absorção de cerca de 80% de fósforo, 25% do nitrogênio e 10% de potássio.

Os FMAs proporcionam mais benefícios às plantas que somente a absorção de nutrientes. Eles promovem redução na incidência de ataques patogênicos nas raízes (Schiavo e Martins 2002; Lynch e Ho 2005), aumentam a resistência ao déficit hídrico (Moratelli et al., 2007) e a tolerância das plantas a condições de estresses (Sannazzaro et al., 2006). A formação de hifas desses fungos permite ainda uma maior estabilidade de agregados no solo (Nóbrega et al., 2001).

### **2.3. Associação micorrízica em raízes de cedro**

Na produção de mudas em viveiros florestais, a inoculação com FMAs tem contribuído no incremento do vigor das plantas (Zangaro e Andrade 2002). Plantas micorrizadas apresentam maior atividade fotossintética, maiores atividade enzimática e de produção de substâncias reguladoras de crescimento. Essas alterações metabólicas conferem às plantas maior resistência aos efeitos provocados por estresses de natureza biótica (pragas e doenças) ou abiótica (déficits hídricos e nutricionais ou estresses térmicos). Ecologicamente, a micorrização possibilita melhor utilização e conservação dos nutrientes disponíveis no sistema solo-plantas, por possibilitar às plantas melhor adaptação ao ecossistema, bem como a maior capacidade de adaptação de mudas transplantadas (Silveira et al., 2007).

Locatelli et al. (2007) avaliaram altura e diâmetro de mudas de cedro-rosa (*Cedrela odorata L.*) submetidas a diferentes deficiências nutricionais e observaram que dentre os nutrientes avaliados o fósforo foi o nutriente que mais limitou o crescimento desta espécie.

Estudando o grau de dependência micorrízica na fase e viveiro, Rocha et al. (2006) verificaram um elevado grau de dependência micorrízica das mudas de cedro (*Cedrela fissilis Vell.*). Estes autores observaram que entre os fungos micorrízicos arbusculares testados, *G. clarum* é o mais eficiente em promover o crescimento e nutrição fosfatada desta espécie. A eficiência de *G. clarum* em promover o crescimento de mudas de cedro foi maior, quando a inoculação foi feita em substrato com níveis de fósforo disponível em torno de 12 mg dm<sup>-3</sup>. Neste mesmo trabalho, observou-se uma economia na fertilização fosfatada de 37%. Com esses resultados,

os autores concluíram que a inoculação com FMA é um procedimento que deve ser considerado na fase de viveiro, para garantir o sucesso do estabelecimento e crescimento em campo.

Pouyú Rojas (2002), trabalhando com 16 espécies florestais de distintos grupos sucessionais com inoculação de diferentes FMAs, constatou a alta capacidade de *G. clarum* em beneficiar mudas de cedro (*Cedrela fissilis*). O mesmo autor verificou que esse fungo foi capaz de promover o crescimento da maioria das espécies arbóreas em que foi inoculado.

Avaliando as interações de FMAs e espécies arbóreas nativas da Floresta Ombrófila Densa, com *Cedrella fissilis* (cedro), *Talauma ovata* (bagaçu), *Cabralea canjerana* (canjerana) e *Cytherexylum myriantum* (tucaneira), Pasqualini et al. (2007) observaram que as espécies cedro e tucaneira são altamente dependentes de micorrizas, apresentando valores que variaram de 61% a 96%. Silva et al. (2009) trabalhando com ocorrência de fungos micorrízicos em espécies florestais, na região central do Estado do Rio Grande do Sul, verificaram que muitas essências florestais nativas são potencialmente capazes de formar micorrizas arbusculares com *Cedrela fissilis* Vell, que teve também uma alta porcentagem de colonização.

#### **2.4. Recipientes para produção de mudas florestais**

As pesquisas com embalagens para produção de mudas têm sido muito dinâmicas e sempre acatando o princípio de que o sistema radicular é importante, devendo apresentar boa arquitetura, e que, por ocasião do plantio, deverá sofrer o mínimo de distúrbios, o que permite que a muda seja plantada com um torrão sólido e bem agregado a todo o sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o crescimento inicial no campo (Gomes et al., 2003).

Entre os recipientes para a produção de mudas florestais mais usados, destaca-se o saco plástico (Keller et al., 2009), uma vez que estes exigem baixos investimentos em infraestrutura na implantação de viveiros, sendo uma alternativa para pequenos produtores (Zani Filho, 1996). No entanto, apresenta como desvantagem: enovelamento do sistema radicular, principalmente se as mudas

ultrapassarem o período adequado de permanência no viveiro, dificuldade de mecanização das operações, maior volume de área de viveiro, alto custo do transporte das mudas para o campo e o baixo rendimento nas operações de distribuição e de plantio no campo em razão da necessidade de retirada da embalagem, ou seja, maior intensidade das operações de manejo (Gomes et al., 2001; Carneiro, 1995). Esse envelhecimento das raízes pode continuar no campo, prejudicando o seu crescimento (Carneiro, 1995). Outras desvantagens dos sacos plásticos é a necessidade de movimentação das embalagens para evitar enraizamento das mudas no solo e ainda a geração de grande quantidade de lixo no plantio (Hahn et al., 2006), pois estes sacos geralmente são abandonados nos campos. Contudo, não se deve descartar a utilização dos sacos plásticos, principalmente na produção de mudas por pequenos produtores (Sturion e Antunes, 2000) e nas espécies arbóreas que não se adaptam a outros recipientes.

Alguns autores (Santos et al., 2000; Azevedo, 2003; Reis, 2003; Keller, 2006; Malavasi e Malavasi, 2006), testaram o uso de tubetes plásticos e concluíram ser viável o uso destes para a produção de mudas de qualidade de espécies florestais nativas da flora brasileira. Nesse sentido, a tendência é a substituição dos sacos plásticos pelos tubetes de plástico rígidos, por apresentarem estrias longitudinais internas, minimizando os problemas, principalmente no que se refere ao envelhecimento do sistema radicular (Gomes et al., 1990), além de possibilitar a mecanização das operações de produção de mudas (Carneiro, 1995).

Zani Filho et al., (1989) consideram a introdução dos tubetes plásticos uma evolução em relação aos sacos plásticos dos viveiros tradicionais. As principais melhorias foram redução de mão de obra, dos custos operacionais, possibilidades de automação de várias operações (enchimento, semeadura e plantio) e melhoria dos aspectos ergonômicos de produção (Zani Filho, 1998). Em contrapartida, a presença de uma parede rígida, impõe restrição ao crescimento do sistema radicular das mudas, o que pode provocar, dependendo da espécie, estresse e deformações do sistema radicular, após o plantio. Como consequência, pode ocorrer diminuição da capacidade das plantas de absorver água e nutrientes do solo e apresentar menores

taxas de crescimento inicial no campo, principalmente quando plantadas em locais inóspitos, como áreas degradadas (Keller 2006).

Segundo Hahn et al. (2006), na escolha da embalagem (tipo e dimensões) é importante considerar o custo do investimento, a altura da muda a ser comercializada e o manejo adotado. Além disso, a embalagem deverá ser tanto maior quanto a maior permanência da muda no viveiro, que por sua vez depende de fatores como, característica genética da espécie, manejo adotado (espaçamento entre mudas, adubação, etc.) e as características morfológicas das mudas.

Avaliando qualidade das mudas de quatro espécies florestais produzidas em tubetes de diferentes dimensões, Lisboa (2006) observou que apenas para *Cedrela fissilis* houve diferenças significativas na sobrevivência das plantas. As plantas que foram produzidas nos tubetes de 280 cm<sup>3</sup> apresentaram 100% de sobrevivência em relação aos outros volumes de tubetes (180 e 115 cm<sup>3</sup>) em que a taxa de sobrevivência foi significativamente menor.

Mesmo com a revolução da substituição de sacos plásticos por tubetes, estes ainda, apresentam outros inconvenientes além da restrição radicular, como por exemplo, as pequenas dimensões dos tubetes e, conseqüentemente, o pequeno volume de substrato que suportam, exigem a aplicação de doses elevadas de nutrientes, devido às perdas por lixiviação, resultantes da necessidade de regas frequentes (Neves et al., 1990). Assim, novas pesquisas focadas em novos métodos de produção de mudas, que sejam econômica e ambientalmente viáveis estão sendo estudadas.

Nos países escandinavos, principalmente na Finlândia, é utilizado com sucesso o sistema de produção de mudas denominado sistema de bloco prensado. São blocos secos, altamente higroscópicos, constituídos de turfa. Já no Brasil, pesquisadores têm testado a viabilidade da produção de espécies florestais e frutíferas em blocos com substratos prensados (Carneiro e Parviainen, 1988; Carneiro e Brito, 1992; Novaes, 1998; Morgado et al., 2000; Barroso et al., 2000a; Leles et al., 2000; Schiavo e Martins, 2002). Estes autores têm obtido mudas mais vigorosas e com melhores características morfológicas, em comparação com os sistemas tradicionais de produção, como os sacos plásticos, tubetes e bandejas de

isopor, entre outros. Os blocos prensados têm se destacado por apresentar melhores taxas de sobrevivência e desenvolvimento no campo, uma vez que neste sistema de produção, cada muda não tem limitação por paredes e, por conseguinte, deformação das raízes.

Esse sistema, que pode ser mecanizado, permite que as raízes cresçam sem confinamento ou direcionamento. Barroso et al. (2000a), Barroso et al. (2000b), Leles et al. (2000), Morgado et al. (2000), Freitas et al. (2005) e Freitas et al. (2006), trabalhando com mudas de eucalipto e Novaes et al. (2002) com mudas *Pinus taeda* comprovaram a viabilidade técnica da produção de mudas em blocos prensados, com base em informações em condições de viveiro, bem como da sobrevivência e crescimento inicial das plantas após o plantio no campo. Schiavo e Martins (2003) também verificaram e comprovaram o uso desse sistema para a produção de mudas de *Acacia mangium Wild.* Nesse sistema, não há necessidade de aquisição de recipientes e são menores as chances de problemas de restrição do sistema radicular, além da possibilidade do próprio viveirista confeccionar os blocos prensados, utilizando-se material orgânico (Keller et al., 2009).

## **2.5. Importância da Qualidade das Mudas**

A produção de mudas florestais, em qualidade e quantidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais, principalmente aqueles destinados à recuperação de áreas degradadas. Com esse intuito, várias pesquisas científicas têm sido realizadas com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas, garantindo boa adaptação e crescimento após o plantio (Favalessa, 2011).

Para o sucesso na produção de muda de qualidade é necessário que a parte aérea e sistema radicular estejam bem formados e em bom estado nutricional, o que irá refletir em alta taxa de sobrevivência e crescimento no campo, aumento no poder de competição com a vegetação espontânea, redução na frequência de limpeza e conseqüentemente redução nos custos (Fonseca, 2005). A formação de mudas mais vigorosas permite maior chance de sucesso no estabelecimento da cultura, bem

como maximiza seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo (Lima et al., 2008).

Carneiro (1995) definiu que os critérios para a classificação da qualidade de mudas, baseiam-se fundamentalmente em aumentar o percentual de sobrevivência das plantas após o plantio e diminuir a frequência dos tratos culturais de manutenção do povoamento recém-implantado. De acordo com este mesmo autor, o padrão de qualidade das mudas varia entre as espécies, e em uma mesma espécie, entre sítios. O objetivo é atingir uma qualidade em que as mudas apresentem características que possam oferecer resistência às condições adversas que porventura ocorrem, mesmo tendo sido o plantio efetuado em período de condições favoráveis.

Dessa forma, busca-se a utilização de instrumentos mais precisos, com o intuito de assegurar a expedição das mudas com mesmo padrão de crescimento e desenvolvimento, de modo que não sigam para o campo mudas prematuras e, por outro lado, não seja retardada a saída de mudas que já estão desenvolvidas (Reis, 2008).

Assim, as características morfológicas mais utilizadas na determinação do padrão de qualidade de mudas de espécies arbóreas têm sido a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), a matéria seca total (MST), a matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca das raízes (MSR) (Sabonaro, 2006). Estas variáveis são fortemente influenciadas pelas técnicas de produção, notadamente pela densidade de mudas, podas, espécies de fungos micorrízicos e seu grau de colonização, fertilidade do substrato e tipo de recipiente (Carneiro, 1995).

A altura e o diâmetro do coleto são considerados como as variáveis morfológicas mais antigas. É de fácil determinação para qualquer espécie e em todo tipo de viveiro, além de sua medição não acarretar a destruição das mudas (Knapik, 2005). O diâmetro do colo está diretamente relacionado com o índice de sobrevivência, pois fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo, sendo tecnicamente aceito como boa medida do potencial de desempenho das mudas (Kratz, 2011).

Para Gomes e Paiva (2004), o diâmetro do coleto, sozinho ou combinado com a

altura é uma das melhores características para avaliar a qualidade da muda. Segundo esses mesmos autores, quanto maior o diâmetro, melhor será o equilíbrio do crescimento com a parte aérea, principalmente quando se exige rustificação das mudas.

A massa seca da parte aérea está relacionada dentre outras características com a qualidade e quantidade de folhas, pois é nas folhas que se encontra uma das principais fontes de nutrientes e fotoassimilados (açúcares, aminoácidos, hormônios, etc), que servirão de suprimento de água e nutrientes para as raízes no primeiro mês de plantio (Bellote e Silva, 2000). Por outro lado, a massa seca radicular está relacionada com absorção de água e nutrientes, onde a sobrevivência é maior quanto mais abundante for o sistema radicular, independente da altura da parte aérea, havendo uma correlação entre o peso de massa seca das raízes e a altura da parte aérea (Gomes e Paiva, 2006).

As relações entre estas características também são usadas para avaliar a qualidade de mudas. Dentre estas, estão a relação da altura da parte aérea com o diâmetro do coleto (H/DC), a relação da massa seca da parte aérea com a massa seca radicular (MSPA/MSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), que leva em consideração a produção de massa seca da parte aérea, das raízes e total, bem como a altura e o diâmetro do coleto das mudas (Chaves e Paiva, 2004).

A relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto é caracterizada como o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no viveiro, o qual informa o quanto delgada está a muda, uma vez que conjuga duas características em apenas um só índice (Carneiro, 1995).

A relação entre massa seca da parte aérea e a massa seca radicular das mudas é considerada como um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas, porém essa relação poderá não ter significado para o crescimento no campo (Gomes e Paiva, 2004). Brissette, (1984), citado por Carmo et al., (2010) menciona que 2,0 seria a melhor relação entre massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é obtido através de uma fórmula balanceada que inclui as relações das características morfológicas, como a massa

seca total, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (Almeida, 2005). Este índice de qualidade foi desenvolvido por Dickson et al. (1960), trabalhando com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monticola*. Este índice considera para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da massa da muda, com ajuste de várias características consideradas importantes (Fonseca, 2000).

As características morfológicas não devem ser utilizadas isoladamente para avaliação e classificação do padrão de qualidade das mudas, a fim de que não ocorram equívocos no momento da seleção das mesmas (Favalessa, 2011).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP), localizada na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, no município de Campos dos Goytacazes-RJ, com latitude 21°19'23" (S) e longitude 41°19'41" (W) e altitude de 14 m.

Na figura 1, estão apresentados os dados de umidade relativa do ar e temperatura ambiente da casa de vegetação no período de condução do experimento.

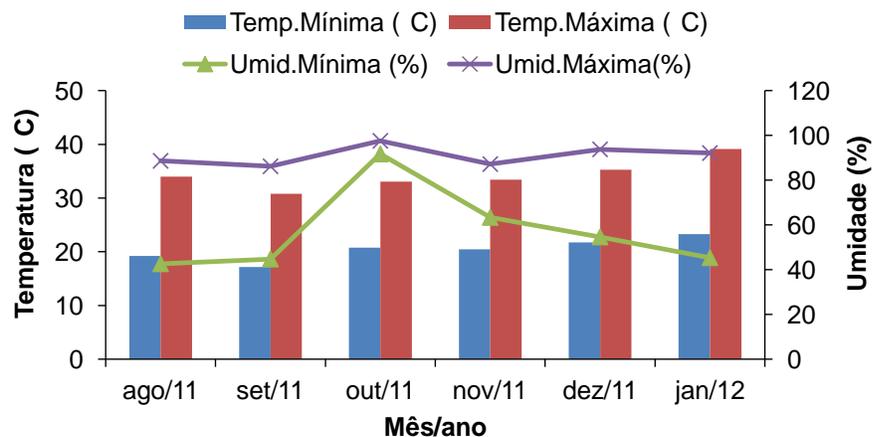


Figura 1 - Temperatura ambiente (máxima e mínima) e umidade relativa do ar (máxima e mínima) na casa de vegetação durante a condução do experimento.

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4x4, sendo quatro tratamentos microbiológicos (*Glomus clarum* Nicolson e Schenck, *Gigaspora margarita* Becker e Hall, *G. clarum* + *G. margarita* e o não inoculado) e quatro tipos de recipientes (sacos plásticos de 250 cm<sup>3</sup>, tubetes de 55 e 130 cm<sup>3</sup> e bloco prensado 444 cm<sup>3</sup>planta<sup>-1</sup>), com quatro repetições. As repetições estavam contidas dentro de um mesmo bloco prensado e dentro de uma mesma bandeja de tubetes, totalizando assim, 12 plantas.

Cada tratamento foi composto por um bloco prensado com 54 mudas, uma bandeja com 48 tubetes de 55cm<sup>3</sup>, uma bandeja com 48 tubetes de 130 cm<sup>3</sup> e 48 sacos plásticos.

O substrato utilizado para a confecção dos blocos prensados e para a produção das mudas nos sacos plásticos e tubetes foi fornecido pela empresa Viveiro Du Campo, localizada em Bom Jesus do Itabapoana- RJ, composto por uma mistura de fibra de coco (40%), casca de pinus (20%), vermiculita (40%), polímero e cola. Com as seguintes características químicas: N = 7g dm<sup>-3</sup>; P = 1,7 g dm<sup>-3</sup>; K = 1,6 g dm<sup>-3</sup>; Ca = 4,6 g dm<sup>-3</sup>; Mg = 12 g dm<sup>-3</sup>; S = 1,6 g dm<sup>-3</sup>; Fe= 9996 mg/dm<sup>3</sup>; Cu = 12 mg/dm<sup>3</sup>; Zn = 40 mg/dm<sup>3</sup>; Mn = 192 mg/dm<sup>3</sup>.

A inoculação dos FMAs foi feita adicionando-se 10% de inóculo ao substrato, no momento da confecção do bloco e no enchimento dos tubetes e sacos plásticos.

Para a produção dos blocos prensados, o substrato foi colocado em forma metálica com 60x40x10 cm (comprimento, largura e altura). O material foi levado à prensa (10 kgf cm<sup>-2</sup>, por 15 minutos), para agregação do material. Imediatamente após a prensagem foram transferidos para uma caixa de madeira com os fundos telados de mesmo comprimento e largura.

### **3.1. Preparo dos inóculos dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs)**

O substrato utilizado para o preparo do inóculo consistiu de uma mistura de solo e areia na proporção de 1:1 (v/v), que foi esterilizado em autoclave por duas vezes, a uma temperatura de 121°C, por uma hora. As espécies de FMAs: *Glomus clarum*

(GC) e *Gigaspora margarita* (GM) foram provenientes do banco de germoplasma do Laboratório de Solos - Setor de Microbiologia da UENF.

Para multiplicação do inóculo foram semeadas em vasos de cultura contendo 3 L de substrato esterilizado, sementes de milho, previamente esterilizadas em solução de hipoclorito de sódio 0,5%, durante 15 minutos. Em seguida, as mesmas foram lavadas com água esterilizada, por quatro vezes consecutivas. Após o plantio, os vasos foram mantidos em casa de vegetação por um período de 90 dias para a multiplicação dos fungos. Sequencialmente, a parte aérea foi podada e o vaso foi lacrado com sacos de papel pardo e mantido sem irrigação, por um mês, para estimular a esporulação dos fungos. Transcorrido este período, a mistura do solo contendo raízes colonizadas, hifas e esporos dos FMAs foi utilizada como inóculo, sendo conservada em câmara fria a 4°C até a instalação do experimento.

### **3.2. Produção de mudas de *Toona ciliata***

Foram produzidas mudas de *Toona ciliata* em casa de vegetação, a partir de sementes adquiridas da firma Caiçara Comércio de Sementes Ltda, localizada em Brejo Alegre, SP. A semeadura foi realizada no dia 24/08/2011, sendo colocadas três sementes (não esterelizada) em cada recipiente devidamente preenchido com o substrato. No bloco prensado foram feitos 54 pontos de semeadura devidamente espaçados. Após 30 dias da semeadura foi realizado o desbaste das mudas, deixando-se apenas uma planta, a que estava mais vigorosa e mais posicionada no centro do recipiente. Durante a condução do experimento foram feitas quatro aplicações de nitrogênio, na concentração de 10 mg dm<sup>-3</sup> na forma de nitrato de amônio para todos os tratamentos. A figura 2 mostra o experimento conduzido na casa de vegetação.



Figura 2 - Vista parcial do experimento conduzido em casa de vegetação de mudas de cedro australiano aos 90 dias após a sementeira. Campos dos Goytacazes, RJ.

### 3.3. Colheita e características analisadas

Antes da colheita, aos 134 dias após a sementeira, foram realizadas avaliações das características biométricas, altura das plantas (determinada a partir da região do colo até a gema apical por meio de uma régua milimetrada) e diâmetro do colo (determinado através de paquímetro digital). Aos 138 dias foi realizada a colheita das mudas (parte aérea e raiz), selecionando-se três plantas por repetição, as que obtiveram um maior diâmetro e altura, obtendo assim uma avaliação de 192 plantas no total de todos os tratamentos, sendo doze plantas por tratamento.

A parte aérea e a raiz foram colocadas individualmente em sacos de papel e identificados, em seguida colocadas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 65°C, por 48h. Após a secagem, a parte aérea e a raiz foram pesadas, onde se obteve a massa seca de parte aérea (MSPA) e a massa seca da raiz (MSR). Outras características obtidas, que determinam a qualidade das mudas foram determinadas: a relação altura/diâmetro (H/D); relação MSPA/MSR; massa seca total (MST) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), descrito por Dickson et

al. (1960), por meio da fórmula  $IQD = MST (g) / [H(cm) / DC(mm) + MSPA (g) / MSR(g)]$ .

Para determinar a análise dos teores nutricionais e a porcentagem de colonização micorrízica, juntaram-se três plantas (parte aérea e raiz), respectivamente, da mesma repetição para constituir uma só amostra, com isso, foram utilizadas 64 plantas (quatro plantas por tratamento) para a realização destas avaliações.

Para determinar a porcentagem de colonização micorrízica, foi utilizado aproximadamente 1,0 g de raízes bem finas, de acordo com a metodologia descrita por Grace e Stribley (1991) com adaptações, sendo: 1º passo: KOH (2,5%) por 5 minutos a 80° C; passagem em água destilada; 2º passo: água oxigenada alcalina por 25 minutos; passagem em água destilada; 3º passo: ácido clorídrico (5%) durante 7 minutos; 4º passo: azul de metil (0,05%), durante 30 minutos, a 80°C. As raízes foram levadas ao microscópio para observação da presença de estruturas de FMAs de acordo com os procedimentos descritos por Giovanetti e Mosse (1980).

As amostras (12 plantas por tratamento) da parte aérea foram moídas em micromoinho (tipo Wiley) com peneira de 20 Mesh. O material vegetal foi submetido à oxidação pela digestão sulfúrica, onde se obteve o extrato, no qual se determinou o nitrogênio pelo método de Nessler (Jackson, 1965), o fósforo pelo método colorimétrico do molibdato e o potássio por espectrofotometria de emissão de chama. O cálcio e o magnésio foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica. (Malavolta et al., 1997).

### **3.4. Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SANEST (Zonta et al., 1984), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características de crescimento

Para as variáveis: altura, diâmetro e massa seca total, da parte aérea e da raiz das mudas de cedro australiano verificaram-se efeito da interação dos fatores recipientes e espécies de FMAs.

Para altura e diâmetro, as mudas inoculadas com *Glomus clarum* e inóculo misto (*Glomus clarum* + *Gigaspora margarita*) no recipiente bloco prensado, apresentaram incrementos de 165% e 155% na altura e 54% e 46% para o diâmetro, respectivamente, em relação ao tratamento não inoculado. Para o recipiente saco plástico os incrementos foram de 76% e 77% na altura e 53% e 46% para o diâmetro, respectivamente, em relação ao tratamento não inoculado. Nos tratamentos com tubetes de 55 cm<sup>3</sup> e 130 cm<sup>3</sup>, para característica altura e diâmetro, não houve diferença em relação aos tratamentos inoculados e o não inoculado, com exceção do tratamento com tubete 130 cm<sup>3</sup>, para diâmetro, onde os tratamentos fúngicos foram superiores ao tratamento não inoculado (Tabela 2).

Rocha et al. (2006) observaram que as mudas nativas de cedro (*Cedrela fissilis*) apresentaram maior incremento na altura, aos 180 dias, quando inoculadas com as espécies *G. clarum* e *G. margarita*. Da mesma forma, Ferreira et al. (2010) trabalhando com cedro australiano em solo de baixa fertilidade natural e com várias

espécies de micorrizas arbusculares, verificaram maiores incrementos em altura e diâmetro, quando as plantas de cedro estavam inoculadas com as espécies *Glomus etunicatum* e *Entrophospora colombiana*.

Tabela 2. Altura e diâmetro do colo de mudas de cedro australiano 138 dias após a semeadura, inoculados ou não com FMAs, em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.

	Recipientes				Média
	Tubete 130 cm <sup>3</sup>	Tubete 55cm <sup>3</sup>	Saco plástico	Bloco prensado	
<b>Fungos</b>	<b>Altura (cm)</b>				
Controle	4,93 Aab	4,40 Ab	5,10 Cab	6,28 Ca	5,18
<i>G.clarum</i>	5,48 Ac	5,03 Ac	8,96 Ab	16,62 Aa	9,02
<i>G.margarita</i>	5,62 Abc	4,33 Ac	6,84 Bb	12,67 Ba	7,36
Misto	6,05 Ac	4,86 Ac	9,04 Ab	16,0 Aa	8,98
<b>Médias</b>	5,52	4,65	7,48	12,89	7,64
<b>C.V(%)</b>	9,35				
	<b>Diâmetro do colo (mm)</b>				
Controle	1,88 Bb	1,89 Ab	1,98 Cb	2,91 Ca	2,17
<i>G.clarum</i>	2,24 Ac	1,86 Ad	3,04 Ab	4,47 Aa	2,90
<i>G.margarita</i>	2,23 Ab	1,73 Ac	2,38 Bb	3,91 Ba	2,56
Misto	2,26 Ac	1,78 Ad	2,90 Ab	4,25 Aa	2,80
<b>Médias</b>	2,15	1,81	2,58	3,89	2,61
<b>C.V(%)</b>	5,37				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Controle: sem inoculação de FMAs; Misto: *G.clarum*+*G.margarita*.

Em relação ao efeito dos recipientes na altura e diâmetro do colo, mudas produzidas em blocos prensados, independente da inoculação ou não, obtiveram maiores incrementos dessas características, em relação aos demais recipientes. Avaliando a média de todos os tratamentos inoculados e o não inoculado no bloco prensado, verifica-se o incremento de 133%, 177% e 72% em altura e de 81%, 115%

e 51% em diâmetro em relação ao tubete de 130 cm<sup>3</sup>, tubete de 55 cm<sup>3</sup> e saco plástico, respectivamente (Tabela 2).

Nos trabalhos de Lopes (2005) com espécies de eucalipto, *E. urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora*, e Fonseca (2005) com mudas de *Mimosa artemisiana* verificaram que o bloco prensado obteve maior incremento em altura das mudas produzidas em relação aos demais recipientes. No trabalho de Lopes (2005), o incremento em altura no bloco prensado foi de 134% em relação ao tubete de 50 cm<sup>3</sup> e ao tubete de 35 cm<sup>3</sup>, para espécie *E. urophylla*, aproximando dos valores encontrados no presente estudo para o tubete de 55 e 130 cm<sup>3</sup>. Entretanto, Fonseca (2005) obteve valor inferior ao encontrado no presente trabalho, porém em mudas de *Mimosa artemisiana*.

Estes resultados podem estar associados à característica intrínseca do bloco prensado em permitir o crescimento das raízes das mudas sem confinamento ou por proporcionar o direcionamento da estrutura morfológica radicular mais próxima às condições naturais. Além disso, este sistema de produção também promove a exploração de um volume de substrato cinco vezes maior que os tubetes, reduzindo-se a necessidade espacial de cultivo no viveiro (Barroso et al., 2000a) e proporcionando menor exigência de irrigação (Leles et al., 2000). Por outro lado, as mudas produzidas em tubetes e sacos plásticos podem ter o desenvolvimento do sistema radicular e o crescimento das mudas comprometido, uma vez que nestes recipientes a perda por lixiviação de nutrientes no substrato pode ser maior.

Leles et al. (2001), trabalhando com espécies *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus pellita*, e Barroso (2000a) com espécies *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* não inoculadas com FMAs, verificaram que todas estas espécies produzidas no recipiente blocos prensados, aos 90 dias após a semeadura, apresentaram altura e diâmetro de colo significativamente superiores aos das plantas produzidas em tubetes de 55 cm<sup>3</sup>. Esses autores mencionam que o bloco prensado promove maior volume de substrato para a planta.

Trabalhos realizados para avaliar o efeito do volume do recipiente no crescimento de plantas têm mostrado que a restrição radicular pode diminuir o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas (Peterson et al., 1991b). Na redução do crescimento podem estar incluídas a inibição da elongação foliar (Peterson et al., 1991a), a fotossíntese (Ismail e Noor, 1996), a mudança na partição da matéria seca da planta e na absorção de nutrientes (Bar-Tal e Pressman, 1996), assim como o metabolismo hormonal (Peterson et al., 1991a, 1991b).

Avaliando o efeito do tipo de recipiente (blocos prensados de 440 cm<sup>3</sup>. planta<sup>-1</sup>, tubetes de 288 cm<sup>3</sup> e sacos plásticos de 330 cm<sup>3</sup>) na produção de mudas de espécies arbóreas nativas de *Inga marginata*, *Zeyheria tuberculosa* e *Jacaranda puberula*, Keller et al. (2009) observaram, aos 150 dias após a repicagem, maior crescimento em altura e diâmetro de colo das mudas de *Inga marginata* produzidas em blocos prensados, em relação às produzidas em tubetes. As mudas de *Jacaranda puberula* produzidas em tubetes tiveram seu crescimento reduzido quando comparadas às mudas produzidas em sacos plásticos, e para as mudas de *Zeyheria tuberculosa* não apresentaram diferenças significativas entre os recipientes.

Segundo Parviainen (1976), um maior volume do recipiente promove a melhor arquitetura do sistema radicular, à semelhança do sistema radicular de mudas por semeadura direta no campo. Santos (2000) encontrou diferença significativa no crescimento das mudas de *Cryptomeria japonica* (cedro-japonês) entre tubetes de diferentes dimensões (50 cm<sup>3</sup>; 56 cm<sup>3</sup>; 120 cm<sup>3</sup> e 240 cm<sup>3</sup>), independente do substrato utilizado, verificando melhor crescimento para as mudas produzidas nos recipientes com volumes maiores.

Ao avaliar a qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*, *Schinus terebinthifolius*, *Cedrela fissilis* e *Chorisia speciosa*, produzidas em tubetes de diferentes dimensões, (56 cm<sup>3</sup>; 115 cm<sup>3</sup>; 180 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>), Lisboa (2006) concluiu que o tubete de 280 cm<sup>3</sup> seria o mais adequado para a produção de mudas de *Cedrela fissilis*, sendo o tubete de 115 cm<sup>3</sup> mais adequado para as demais espécies analisadas. No presente estudo não se observaram diferenças significativas entre os tubetes de 55 cm<sup>3</sup> e 130 cm<sup>3</sup> para a variável altura das mudas de cedro australiano, independente do tratamento de inoculação. Por outro lado, para variável diâmetro do

colo, maiores valores foram observados no tubete de maior volume, para os tratamentos inoculados (Tabela 2).

No que se refere à massa seca da raiz, parte aérea e total, as mudas de cedro australiano inoculadas com *G. clarum* no bloco prensado proporcionaram incrementos de 130%, 494% e 339%, respectivamente, em relação ao tratamento não inoculado com FMAs (Tabela 3). Valor bem inferior ao do estudo foi encontrado por Schiavo e Martins (2003), que obtiveram 41% de incremento em MSPA no bloco prensado, em relação ao tratamento não inoculado, para mudas de *Acacia mangium* inoculadas com *Glomus macrocarpum*, *G. etunicatum* e *Entrophospora colombiana*.

Os valores no acúmulo de massa seca da parte aérea encontrados por Rocha et al., (2006) em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), quando inoculados com *G. clarum* e *G. margarita*, foram inferiores aos encontrados no presente estudo.

Mudas produzidas em blocos prensados, independente da inoculação ou não, obtiveram maiores incrementos na produção de MSR, MSPA e MST, em relação aos demais recipientes (Tabela 3). Estes resultados corroboram com os de Schiavo e Martins (2003), que observaram em mudas de *Acacia mangium* inoculadas com micorrizas, que o sistema de bloco prensado proporcionou maior produção de massa seca da parte aérea quando comparado ao tubete. Além disso, estes autores também concluíram que a inoculação com FMAs contribuiu de forma mais eficiente na produção de massa seca, em relação ao tratamento não inoculado. Da mesma forma, incrementos na massa seca da parte aérea e sistema radicular, foram observados por Barroso et al. (2000a), em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* produzidas em blocos prensados, sem inoculação, em relação ao tubete de 50 cm<sup>3</sup>.

Os sacos plásticos promoveram aumento no conteúdo de MSR em relação ao tubete de 55 cm<sup>3</sup>, tanto nos tratamentos inoculados quanto no não inoculado. Por outro lado, no que se refere à MSPA o incremento foi observado apenas no tratamento inoculado com *G. clarum*, sendo as mudas produzidas em saco plástico apresentando cerca de 288% mais MSPA do que em tubete de 55 cm<sup>3</sup>. Em relação à MSR, MSPA e MST, referente aos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> e de 130 cm<sup>3</sup> e em relação à

MSPA referente ao saco plástico, não apresentaram diferenças significativas, independente da inoculação ou não (Tabela 3).

Tabela 3. Massa seca da raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST) de mudas de cedro australiano 138 dias após a semeadura, inoculados ou não com FMAs, em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.

Fungos	Recipientes				Média
	Tubete 130 cm <sup>3</sup>	Tubete 55cm <sup>3</sup>	Saco plástico	Bloco prensado	
<b>MSR (g)</b>					
Controle	0,131 Ab	0,076 Ac	0,114 Bb	0,304 Ca	0,156
<i>G.clarum</i>	0,157 Abc	0,076 Ac	0,248 Ab	0,700 Aa	0,295
<i>G.margarita</i>	0,173 Ab	0,082 Ac	0,166 ABb	0,573 Ba	0,248
Misto	0,166 Abc	0,087 Ac	0,249 Ab	0,500 Ba	0,250
<b>Médias</b>	0,157	0,080	0,194	0,519	0,237
<b>C.V(%)</b>	20,86				
<b>MSPA (g)</b>					
Controle	0,097 Aa	0,076 Aa	0,115 Aa	0,295 Ca	0,146
<i>G.clarum</i>	0,181 Abc	0,087 Ac	0,338 Ab	1,752 Aa	0,590
<i>G.margarita</i>	0,168 Ab	0,079 Ab	0,234 Ab	0,851 Ba	0,333
Misto	0,171 Ab	0,086 Ab	0,308 Ab	1,039 Ba	0,401
<b>Médias</b>	0,154	0,082	0,249	0,985	0,367
<b>C.V(%)</b>	32,66				
<b>MST(g)</b>					
Controle	0,228 Ab	0,152 Ab	0,230 Bb	0,599 Ca	0,302
<i>G.clarum</i>	0,337 Ac	0,163 Ac	0,586 Ab	2,628 Aa	0,929
<i>G.margarita</i>	0,340 Abc	0,162 Ac	0,400 ABb	1,424 Ba	0,581
Misto	0,337 Ac	0,173 Ac	0,556 Ab	1,539 Ba	0,652
<b>Médias</b>	0,311	0,162	0,443	1,548	0,616
<b>C.V(%)</b>	16,02				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Controle: sem inoculação de FMAs; Misto: *G.clarum*+*G.margarita*.

## 4.2 Colonização micorrízica

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) possuem estruturas infectivas denominadas hifas, esporos e vesículas que têm funções específicas nas raízes das plantas permitindo a eficiência na melhoria do processo de transferência de nutrientes e água para a planta hospedeira. A presença ou não destas estruturas é que vai determinar a porcentagem de colonização micorrízica. Na figura 3 podem ser observadas as estruturas fúngicas da colonização nas raízes das mudas de cedro australiano.

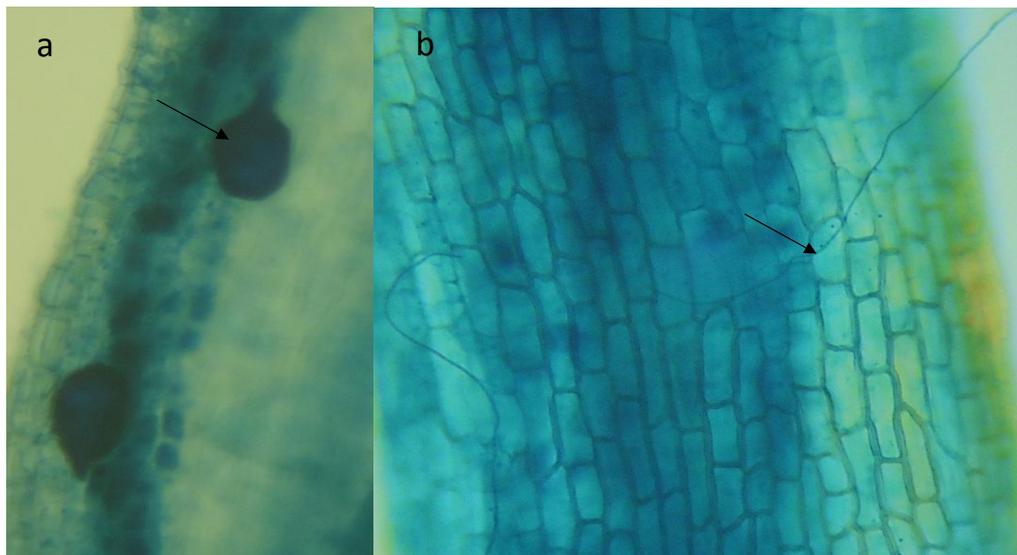


Figura 3: Estruturas fúngicas de colonização em raízes de cedro australiano, aos 138 dias após a semeadura. a) Vesículas; b) Hifas.

Os valores da porcentagem de colonização foram influenciados pelos tratamentos fúngicos e tipos de recipientes (Tabela 4).

Tabela 4: Porcentagem de colonização micorrízica em raízes de mudas de cedro australiano 138 dias após a semeadura, inoculados ou não com FMAs, em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ

Fungos	Recipientes				Média
	Tubete 130 cm <sup>3</sup>	Tubete 55cm <sup>3</sup>	Saco plástico	Bloco prensado	
Controle	42,50 Cab	37,50 Cab	27,50 Bb	50,00 Ba	39,37
<i>G.clarum</i>	70,00 Ba	77,50 ABA	90,00 Aa	87,50 Aa	81,25
<i>G.margarita</i>	70,00 Bbc	57,50 BCc	95,00 Aa	90,00 Aab	78,12
Misto	92,50 Aa	87,50 Aa	82,50 Aa	97,50 Aa	90,00
<b>Médias</b>	68,75	65,00	73,75	81,25	72,19
<b>C.V(%)</b>	15,55				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Controle: sem inoculação de FMAs; Misto: *G.clarum*+*G.margarita*.

Para todos os tratamentos fúngicos dentro dos recipientes, saco plástico e bloco prensado, observa-se que a taxa de colonização não teve diferença estatística entre os tratamentos, com exceção para o controle que obteve valores inferiores. Para os demais recipientes, tubetes de 55 e 130 cm<sup>3</sup>, observa-se que as mudas de cedro, inoculadas com *G.clarum* + *G.margarita* (inóculo misto), promoveram maiores taxas de colonização micorrízica nas raízes em relação ao tratamento não inoculado e aos outros tratamentos fúngicos (Tabela 4).

Avaliando a influência dos diferentes tipos de recipientes na taxa de colonização pelos FMAs, verificou-se que a colonização por *G.clarum* e por *G.clarum* + *G.margarita* (inóculo misto), não foi influenciada pelos diferentes tipos de recipientes. Em contrapartida, a colonização por *G.margarita* foi maior nas raízes das mudas produzidas em sacos plásticos, blocos prensados seguidos pelos tubetes de 130 cm<sup>3</sup> e de 55 cm<sup>3</sup> (Tabela 4).

As maiores porcentagens de colonização micorrízica no presente estudo foram acima de 90%, valor este bem superior aos encontrados por Rocha et al. (2006) e Fonseca (2005). No trabalho com dependência e resposta de mudas de cedro

(*Cedrela fissilis* Vell.) a fungos micorrízicos arbusculares, Rocha et al., (2006) obtiveram médias de colonização de 20,8 e 9%, quando inoculados com *G.clarum* e *G.margarita*, respectivamente. Enquanto Fonseca (2005), avaliando os diferentes tipos de recipientes, obteve maiores valores de colonização no bloco prensado em relação aos tubetes, para as espécies *A. mangium* (37,4%) e *M. artemisiana* (24,5%), quando inoculadas com o inóculo misto *G.margarita* + *G.clarum* e *G.etunicatum* + *G.clarum*, respectivamente.

Mello et al., (2008), no trabalho de produção de mudas de *Acacia mearnsii*, em tubetes de 50 cm<sup>3</sup>, verificaram que a colonização micorrízica com *G.clarum*, das mudas nos substratos, Neossolo, Turfa e Mecplani, foi de 74,58%, 77,29% e 85,32%, respectivamente, em doses 0 mg.kg<sup>-1</sup> de P. Esses valores se aproximam dos valores encontrados no presente estudo, para a inoculação com *G. clarum* nos diferentes recipientes, com exceção do recipiente saco plástico onde a colonização com o fungo *G.clarum* foi superior (Tabela 4).

Os valores de porcentagem de colonização micorrízica observados nos tratamentos inoculados com as espécies *G.clarum* (87,50%) e a mistura (*G.clarum* + *G.margarita*) (97,50%) em bloco prensado proporcionaram, aos 138 dias após a semeadura, maiores incrementos em altura, diâmetro (Tabela 2) e massa seca (raiz, parte aérea e total) (Tabela 3). Segundo Smith e Read (2008), em substratos com baixa disponibilidade de P a maior colonização micorrízica geralmente é seguida por estímulos no crescimento da planta.

### 4.3 Características de qualidade

O padrão de qualidade das mudas varia entre as espécies e, para uma mesma espécie, tendo o objetivo de atingir uma qualidade em que as mudas apresentem características que possam oferecer resistência às condições adversas que poderão ocorrer posteriormente, mesmo tendo sido o plantio efetuado em períodos de condições favoráveis. O resultado da divisão da altura da parte aérea de uma muda pelo respectivo diâmetro do caule (H/DC) mostra um equilíbrio de crescimento, relacionando essas duas importantes características morfológicas em um só índice

(Carneiro, 1995). A relação H/D indica a qualidade das mudas a serem levadas ao campo, uma vez que se espera o equilíbrio de seu desenvolvimento (Campos e Uchida, 2002). A relação parte aérea/raiz (PA/R) é uma correlação de crescimento, expressando o fato de que o crescimento radicular pode afetar o da parte aérea e vice-versa (Correia e Nogueira, 2004).

No bloco prensado, a inoculação das mudas de cedro com *G. clarum* e inóculo misto proporcionou maiores valores da relação H/DC em relação aos tratamentos inoculados com *G.margarita* e ao controle. Estes resultados mostram que houve mais crescimento em altura do que em diâmetro nas mudas inoculadas com *G. clarum* e inóculo misto. Para os tubetes de 130 cm<sup>3</sup>, não houve diferenças entre os tratamentos inoculados e o não inoculado. No entanto, para os recipientes tubete 55 cm<sup>3</sup> e saco plástico, os tratamentos inoculados obtiveram maior relação H/DC em relação ao controle, com exceção do tratamento inoculado com *G. margarita* que não diferiu em relação ao controle (Tabela 5).

Tabela 5: Relação altura e diâmetro do colo (H/DC) de mudas de cedro australiano 138 dias após a semeadura, inoculados ou não com FMAs, em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ

	Recipientes				Média
	Tubete 130 cm <sup>3</sup>	Tubete 55cm <sup>3</sup>	Saco plástico	Bloco prensado	
<b>Fungos</b>	<b>Relação H/DC</b>				
Controle	2,62 Aa	2,33 Bab	2,57 Ba	2,15 Cb	2,42
<i>G.clarum</i>	2,45 Ac	2,71 Abc	2,94 Ab	3,73 Aa	2,96
<i>G.margarita</i>	2,52 Abc	2,50 ABc	2,87 ABb	3,25 Ba	2,79
Misto	2,68 Ac	2,74 Ac	3,11 Ab	3,76 Aa	3,07
<b>Médias</b>	2,57	2,57	2,88	3,22	2,81
<b>C.V(%)</b>	6,7				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Controle: sem inoculação de FMAs; Misto: *G.clarum*+*G.margarita*.

De acordo com Arthur et al. (2007), a relação altura/diâmetro do coleto é utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais, pois, além de refletir o

acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo. Mudanças com diâmetro do coleto menor apresentam dificuldades para se manter eretas após o plantio e o tombamento pode resultar em morte ou deformações, que comprometem o valor silvicultural da planta.

Carneiro (1995) recomenda os valores para a relação H/DC em *Pinus taeda* de 5,4 a 8,1, onde quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade de as mudas sobreviverem e se estabelecerem na área do plantio definitivo. No presente estudo, as mudas apresentaram relação H/DC entre 2,15 a 3,76 nos diferentes tipos de tratamentos, sendo as mudas que obtiveram uma relação menor, as mais aptas a sobreviver e se estabelecer no plantio como mencionado.

No trabalho de Oliveira et al., (2004), em mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) produzidas em tubetes de 55 cm<sup>3</sup>, aos 95 dias após a semeadura, em 6 diferentes substratos, encontraram valores médios da relação H/DC de 9,95, valor bem superior ao encontrado no presente estudo. Keller et al., 2009 trabalhando com uma espécie arbórea nativa: *Zeyheria tuberculosa* encontraram valores de 3,4 para bloco prensado (440 cm<sup>3</sup>.planta<sup>-1</sup>), e 3,7 para tubete de 288 cm<sup>3</sup> e sacos plásticos de 330 cm<sup>3</sup>, valores próximos aos encontrados no bloco prensado inoculado com fungos micorrízicos arbusculares.

Na relação PA/R as mudas alcançaram valores entre 0,742 a 2,493 sendo a maior média encontrada em mudas produzidas no bloco prensado inoculadas com *G.clarum* (2,493) (Tabela 6).

Brissette, (1984), citado por Carmo et al., (2010) menciona que 2,0 seria a melhor relação entre o massa de matéria seca da parte aérea e a respectiva massa de matéria seca de raiz sem, no entanto, definir a espécie. Considerando que esse seja um índice que realmente irá expressar a capacidade de sobrevivência das mudas, pode-se afirmar que nas mudas produzidas no bloco prensado, inoculadas com inóculo misto (2,083) e o *G. clarum* (2,493) foi possível alcançar esse valor.

Tabela 6: Relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz de mudas de cedro australiano 138 dias após a semeadura, inoculadas ou não com FMAs, em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.

Fungos	Recipientes				Média
	Tubete 130 cm <sup>3</sup>	Tubete 55cm <sup>3</sup>	Saco plástico	Bloco prensado	
	<b>Relação PA/R</b>				
Controle	0,742 Bb	1,010 Aa	1,004 Ba	0,990 Dab	0,936
<i>G.clarum</i>	1,156 Ab	1,142 Ab	1,370 Ab	2,493 Aa	1,540
<i>G.margarita</i>	0,971 ABb	0,960 Ab	1,410 Aa	1,490 Ca	1,208
Misto	1,025 Ab	1,030 Ab	1,244 ABb	2,083 Ba	1,346
<b>Médias</b>	0,973	1,035	1,257	1,764	1,257
<b>C.V(%)</b>	11,01				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Controle: sem inoculação de FMAs; Misto: *G.clarum*+*G.margarita*.

Em relação aos recipientes, a inoculação com *G.clarum*, *G.margarita* e inóculo misto, proporcionou maior relação PA/R no bloco prensado, em relação aos demais recipientes. Sendo que a inoculação com *G.margarita*, no recipiente saco plástico, não diferiu em relação ao bloco prensado, sendo que a inoculação com FMAs nos tubetes de 130 e 55 cm<sup>3</sup>, obteve os menores valores de PA/R, em relação ao bloco prensado (Tabela 6).

Em relação aos FMAs, observa-se que dentro do bloco prensado a maior relação de PA/R foi verificada em mudas inoculadas com *G. clarum* seguido por inóculo misto, *G. margarita* e o controle. Houve um incremento das mudas inoculadas com *G.clarum* de 152%, com inóculo misto de 110% e com *G.margarita* de 50,5%, em relação ao controle. Este comportamento não foi observado no trabalho de Fonseca (2005), onde a muda de *Acacia mangium*, não obteve diferença estatística em relação aos blocos prensados (440 mL), às bandejas de isopor (150 mL) e aos tubetes (280 mL).

Dentro do recipiente saco plástico e tubetes de 130 cm<sup>3</sup>, a inoculação com FMAs, obteve diferenças em relação ao tratamento não inoculado, com exceção no

recipiente saco plástico, para mudas inoculadas com inóculo misto, e no recipiente tubete 130 cm<sup>3</sup>, para mudas inoculadas com *G.margarita*, que foram estatisticamente iguais ao tratamento não inoculado (Tabela 6). Entretanto, para os tubetes de 55 cm<sup>3</sup>, não houve diferença estatística entre os tratamentos inoculados e o não inoculado.

Dentre os diversos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade de mudas como os citados acima, o índice de qualidade Dickson (IQD) também é um bom indicador, pois na sua interpretação é considerada a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes, empregados na avaliação da qualidade das mudas (Fonseca, 2002). Segundo Gomes (2001) é uma fórmula balanceada, em que se incluem as relações dos parâmetros morfológicos como matéria seca total, matéria seca de parte aérea, matéria seca de raiz, altura das plantas e diâmetro do caule. Esse índice de qualidade foi desenvolvido por Dickson et al. (1960), trabalhando com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monticola*.

O IQD foi influenciado pelas espécies de FMAs e pelos recipientes (Tabela 7). Os maiores valores foram observados nas mudas produzidas no bloco prensado inoculadas com *G. clarum*. Para o bloco prensado, as mudas inoculadas com *G. clarum*, obtiveram o maior IQD em relação aos outros fungos e ao tratamento não inoculado. De acordo com Gomes (2001), quanto maior o índice, melhor qualidade terá a muda avaliada. Bernardino et al. (2005), avaliando a qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, também afirmaram que as mudas com maior IQD são classificadas como de melhor qualidade.

Tabela 7: Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de cedro australiano 138 dias após a semeadura, inoculadas ou não com FMAs, em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ

Fungos	Recipientes				Média
	Tubete 130 cm <sup>3</sup>	Tubete 55cm <sup>3</sup>	Saco plástico	Bloco prensado	
	<b>Índice de Qualidade de Dickson</b>				
Controle	0,07 Ab	0,04 Ab	0,06 Bb	0,19 Ca	0,09
<i>G.clarum</i>	0,09 Ab	0,04 Ac	0,14 Ab	0,39 Aa	0,17
<i>G.margarita</i>	0,10 Ab	0,05 Ac	0,09 ABb	0,30 Ba	0,13
Misto	0,09 Abc	0,05 Ac	0,13 Ab	0,26 Ba	0,13
<b>Médias</b>	0,09	0,04	0,11	0,29	0,13
<b>C.V(%)</b>	18,94				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Controle: sem inoculação de FMAs; Misto: *G.clarum*+*G.margarita*.

No saco plástico, a inoculação com FMAs aumentou o IQD em relação ao tratamento não inoculado, com exceção ao tratamento inoculado com *G.margarita* que não diferiu do tratamento sem fungo (Tabela 7). Nos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> e 130 cm<sup>3</sup>, não houve diferença significativa, em relação à inoculação com FMAs e ao tratamento sem fungo. No geral, as mudas inoculadas com FMAs no tubete de 55 cm<sup>3</sup> e 130 cm<sup>3</sup> obtiveram o menor índice em relação aos demais recipientes (Tabela 7). Os valores de IQD nesses recipientes variaram de 0,04 a 0,10, valor bem inferior ao recomendado por Hunt (1990), que estabelece como valor mínimo de 0,20 para mudas produzidas em tubetes de 50 a 60 cm<sup>3</sup>, indicando que as mudas não apresentam qualidade para serem transplantadas no campo. Os valores bem inferiores nos tubetes de 130 e 55 cm<sup>3</sup> encontrados no presente estudo, podem ter sido influenciados pela possível limitação de nutrientes e pouca retenção de água, o que justifica o menor valor em altura, diâmetro do colo, massas secas total, da parte aérea e radicular nesses recipientes.

No recipiente bloco prensado, os valores encontrados para o tratamento inoculado e o não inoculado foram entre 0,19 a 0,39. Castro (2007), trabalhando com

produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess (guanandi) em diferentes recipientes e Brunetta et al. (2007), trabalhando com diversas espécies de *Pinus* sp., obtiveram valores bem próximos, aos encontrados nesses tratamentos.

Oliveira (2004), na produção de mudas de cedro australiano em diferentes substratos, obteve valores médios de IQD de 0,28, aproximando dos valores encontrados no estudo, para as mudas produzidas em blocos prensados inoculadas com FMAs.

Utilizando recipientes com sacos plásticos e tubetes de diferentes dimensões, em mudas de *Calophyllum brasiliense*, conhecidas também como guanandi e cedro-do-pântano, Castro (2007) obteve valores entre 0,13 a 0,19 e Brunetta et al. (2007), na avaliação da especificidade de rizobactérias isoladas de diferentes espécies de *Pinus* sp., obtiveram valor de 0,15 para *Pinus elliottii*.

Vários estudos na literatura mostram que o índice de qualidade de Dickson é um parâmetro variável. É possível observar que este índice pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente e, principalmente, de acordo com a idade em que a muda foi avaliada (Caldeira et al., 2007; Trazzi, 2011).

Ainda são muito escassas as informações sobre esse índice, principalmente no que diz respeito a valores específicos de IQD que as mudas de determinada espécie devem atingir para estar aptas a ser expedidas do viveiro para o campo (Thomaz, 2007; Caldeira et al., 2008a; 2008b). Portanto, não é possível afirmar que os valores encontrados nesse trabalho apresentam um bom índice para o crescimento das mudas após o seu plantio em campo. Estudos complementares são necessários para avaliar o comportamento dessa espécie, produzida nas condições do presente estudo, quando do seu transplântio para as condições de campo.

#### 4.4 Teores de N, P, K, Ca e Mg na massa seca da parte aérea de mudas de cedro australiano.

O incremento nos teores de nutrientes na parte aérea das plantas micorrizadas expressa a eficiência dos FMAs em promover o aumento da absorção de nutriente do substrato.

Na tabela 8 encontram-se os resultados dos teores de N, p, k, Ca e Mg na parte aérea das mudas de cedro australiano.

Para os teores de N, independente do recipiente, a inoculação das mudas de cedro australiano com inóculo misto proporcionou incrementos no teor de N na massa seca, e independente da inoculação, as mudas produzidas no bloco prensado proporcionaram incremento nos teores de N (Tabela 8). Moretti et al. (2011) estudando o crescimento e a nutrição mineral das mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob deficiência de nutrientes verificaram que as mudas cultivadas no solo com limitações nutricionais, apresentaram teores de N na massa seca da parte aérea de 8,7 g Kg<sup>-1</sup>. Esses autores observaram nessas mudas, sintomas visuais de deficiência como uma clorose que começava nas folhas mais velhas. No presente trabalho independente da inoculação com fungos micorrízicos, os teores de N na massa seca das mudas nos tubetes de 55 cm<sup>3</sup> e tubetes de 130 cm<sup>3</sup>, foram de 8,34 e 8,10 g Kg<sup>-1</sup>, respectivamente, onde também foram observados sintomas de deficiência de N, mesmo com a aplicação de nitrato de amônio em todos os tratamentos. Os sintomas observados foram: folhas mais velhas com tonalidade verde-pálida, que progrediu para amarelo intenso e menor crescimento das plantas, descrição caracterizada por Moretti et al. (2011), como sintoma de deficiência de N em mudas de cedro australiano.

Os teores de P, K e Ca na massa seca da parte aérea das mudas de cedro australiano foram influenciados tanto pela inoculação com FMAs quanto pelos recipientes. Entretanto, as espécies de fungos estudadas e os recipientes não influenciaram os teores de magnésio na massa seca das mudas de cedro australiano (Tabela 8). Mudas de cedro australiano inoculadas com inóculo misto produzidas no bloco prensado apresentaram um incremento de 47,7% de fósforo, 21,2% de potássio em relação ao tratamento não inoculado (controle), e para o teor de Ca não houve diferença estatística significativa em relação ao controle (Tabela 8).

Tabela 8: Teores de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea de mudas de cedro australiano, 138 dias após a semeadura, inoculados ou não com FMAs, em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.

Fungos	Recipientes				Média
	Tubete 130 cm <sup>3</sup>	Tubete 55cm <sup>3</sup>	Saco plástico	Bloco prensado	
<b>Nitrogênio (g Kg<sup>-1</sup>)</b>					
Controle	8,35	7,02	10,14	12,17	9,42 b
<i>G.clarum</i>	8,32	8,36	9,27	12,14	9,52 ab
<i>G.margarita</i>	7,84	8,55	10,94	12,59	9,98 ab
Misto	8,86	8,45	10,81	12,70	10,21 a
<b>Médias</b>	8,10 C	8,34 C	10,29 B	12,40 A	9,78
<b>C.V(%)</b>	7,39				
<b>Fósforo (g Kg<sup>-1</sup>)</b>					
Controle	2,09 Bbc	1,79 Bc	2,45 Ab	3,16 Ca	2,37
<i>G.clarum</i>	2,55 Ab	2,31 Ab	2,60 Ab	3,41 Ca	2,72
<i>G.margarita</i>	2,11 Bc	2,14 Abc	2,85 Ab	3,89 Ba	2,75
Misto	2,39 ABc	2,54 Abc	2,85 Ab	4,66 Aa	3,11
<b>Médias</b>	2,28	2,19	2,69	3,78	2,74
<b>C.V(%)</b>	8,43				
<b>Potássio (g Kg<sup>-1</sup>)</b>					
Controle	15,82 Bc	15,87 ABc	19,29 BCb	23,01 Ba	18,50
<i>G.clarum</i>	17,78 ABb	14,63 Bc	18,75 Cb	26,01 Aa	19,30
<i>G.margarita</i>	17,10 ABc	17,07 Ac	21,18 ABb	26,52 Aa	20,47
Misto	18,26 Ac	17,98 Ac	22,04 Ab	27,88 Aa	21,54
<b>Médias</b>	17,24	16,39	20,32	25,87	19,95
<b>C.V(%)</b>	6,41				

Continuação...

<b>Cálcio (g Kg<sup>-1</sup>)</b>					
Controle	5,87 ABc	5,99 Bc	6,99 ABb	8,75 Aa	6,90
<i>G.clarum</i>	6,78 Aa	6,78 ABa	7,15 Aa	7,67 Ba	7,10
<i>G.margarita</i>	5,77 Bb	6,71 ABb	6,04 Bb	8,90 Aa	6,86
Misto	6,69 ABb	7,11 Ab	7,58 Aab	8,25 ABa	7,41
<b>Médias</b>	6,28	6,65	6,94	8,39	7,07
<b>C.V(%)</b>	7,42				
<b>Magnésio (g Kg<sup>-1</sup>)</b>					
Controle	5,85	5,45	6,55	6,26	6,02
<i>G.clarum</i>	5,80	6,67	5,98	5,68	6,03
<i>G.margarita</i>	5,67	5,90	5,75	6,68	6,00
Misto	5,79	5,94	6,87	6,68	6,32
<b>Médias</b>	5,77	5,99	6,29	6,33	6,10
<b>C.V(%)</b>	10,73				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Controle: sem inoculação de FMAs; Misto: *G.clarum*+*G.margarita*.

Em relação à resposta da inoculação dentro do saco plástico, para o nutriente P, K e Ca, observa-se que para o P não houve diferença entre os tratamentos fúngicos. Para o K, os maiores valores, verificam-se em mudas inoculadas com inóculo misto, seguido do tratamento com *G.margarita*, que foi estatisticamente igual ao controle, sendo que este tratamento foi estatisticamente igual ao *G. clarum*. Para o Ca, os maiores valores obtidos foram para as mudas inoculadas com *G.clarum* e inóculo misto, sendo que o controle e o *G.margarita* foram estatisticamente iguais em relação aos outros tratamentos inoculados. No geral, para os demais recipientes, tubetes de 55 e 130 cm<sup>3</sup>, a inoculação com FMAs obteve-se maiores teores de P, K e Ca, em relação ao controle, com algumas exceções (Tabela 8).

Em relação à inoculação nos diferentes recipientes, no geral, o bloco prensado em todos os tratamentos inoculados e o controle, obteve maiores valores de P, K e Ca, em relação aos demais recipientes. O saco plástico, em algumas situações, obteve maiores teores desses nutrientes, em relação aos tubetes de 130 e 55 cm<sup>3</sup>. Para Ca, nas mudas inoculadas com *G. clarum*, não houve diferenças significativas em relação a todos os recipientes (Tabela 8).

A melhor absorção de P, K e Ca pelas mudas, no bloco prensado, pode estar relacionada a uma melhor arquitetura radicular sem restrições, pois nesse sistema de cultivo as raízes crescem livremente, proporcionando um número maior de raízes laterais. A associação das raízes com os FMAs, também proporciona benefícios para a planta hospedeira, através da maior absorção de nutrientes como o P (Bressan et al., 2001, Freitas et al., 2006, Smith e Read, 1997), o K (Bressan et al., 2001, Govindarajulu et al., 2005, Gupta et al., 2002) e o Ca (Schiavo et al., 2009). Vários são os fatores que podem levar as micorrizas a promover o incremento na absorção de nutrientes pelas plantas. Um deles, é o micélio fúngico que aumenta a área de absorção de nutrientes (Grove et al., 1996), podendo chegar de nove a doze centímetros além da superfície explorada pelas raízes da planta hospedeira (Carnel et al., 1991).

Teores nutricionais na produção de mudas de espécies florestais inoculadas com FMAs ou utilizando blocos prensados foram reportados por alguns autores, Schiavo et al. (2009), trabalhando com mudas de acácia e eucalipto produzidas em tubetes e inoculadas com fungos micorrízicos, encontraram valores de 19,34; 4,23; 19,90; 7,56 e 4,23 g kg<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, em mudas de *Acacia mangium* e de 14,46; 2,15; 20,40; 6,07 e 3,20 g kg<sup>-1</sup> respectivamente, em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*. Fonseca (2005), trabalhando com blocos prensados na produção de mudas de *A. mangium* e *M. artemisiana* encontrou valores de 18,83; 1,26; 6,66; 11,73 e 1,66 g kg<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Pouyú-Rojas et al. (2000) trabalhando com a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora scrobiculata*) em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (tamboril) verificaram teores na massa seca de 26,7 ;1,05; 11,9; 16,1 g kg<sup>-1</sup> de N, P, K e Ca, respectivamente.

Avaliando o crescimento de mudas de cedro australiano em substrato de baixa disponibilidade de nutrientes, sem a inoculação de FMAs, Moretti et al. (2011) encontraram valores inferiores de teores de P ( $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) e K ( $9,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) em relação aos valores encontrados no presente trabalho (Tabela 9). Estes resultados só confirmam a importância da inoculação com fungos micorrízicos em mudas na fase de viveiro, pois além de viável é uma prática que onera pouco o custo de produção. Outro fator benéfico dos FMAs é que plantas colonizadas podem ser menos dependentes dos fertilizantes fosfatados. Plantas associadas a FMAs podem também aumentar sua produtividade e resistência a condições de estresses (Reinhardt, 2007).

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

A demanda por mudas de espécies florestais está cada vez mais crescente, surgindo a necessidade de se propagar espécies arbóreas de alta produtividade que permitam um ciclo de corte relativamente curto, associado à boa produtividade de madeira e ao alto valor de mercado interno e externo, visando obter lucros com sua produção comercial. A inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) pode promover muitos benefícios no sistema de produção de espécies florestais. A espécie *Toona ciliata*, conhecida popularmente como cedro australiano encontrou condições favoráveis para sua adaptação no Brasil, exibindo crescimento rápido em condições adequadas, além de ser resistente ao ataque da *Hipsiphyla grandella*. No entanto, existem poucas informações referentes à produção de mudas de cedro australiano no Brasil. Sabe-se que diferentes métodos de produção influenciam nas características da qualidade das mudas. Em viveiros florestais, a inoculação com fungos micorrízicos tem contribuído para o vigor das plantas, assim como a utilização de blocos prensados que permite um melhor crescimento do sistema radicular e conseqüentemente da muda. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a contribuição dos FMAs e de diferentes recipientes no crescimento, qualidade e teores de N, P, K, Ca e Mg de mudas de cedro australiano. O experimento foi realizado em casa de vegetação e o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 4x4, sendo: quatro tratamentos

microbiológicos (*Glomus clarum* Nicolson e Schenck, *Gigaspora margarita* Becker e Hall, *G. clarum* + *G. margarita* e o não inoculado) e quatro tipos de recipientes (sacos plásticos de 250 cm<sup>3</sup>, tubetes de 55 e 130 cm<sup>3</sup> e bloco prensado, 444 cm<sup>3</sup>.planta<sup>-1</sup>), com 4 repetições. As mudas foram colhidas com 138 dias, após a semeadura, e foram avaliados: altura, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, raiz e total, o teor de N, P, K, Ca e Mg na massa seca da parte aérea, colonização micorrízica e os parâmetros de qualidade: índice de qualidade de Dickson (IQD), relação altura e diâmetro (H/D) e relação parte aérea e raiz (PA/R). Para as características de crescimento, em todos os tratamentos inoculados ou não inoculado, o bloco prensado, apresentou melhor resultado em relação aos demais recipientes, mostrando assim, a importância desse sistema de produção. A inoculação com *G. clarum* e inóculo misto, foram os tratamentos mais eficientes em promover o crescimento das mudas de cedro australiano. Nas características de qualidade, os maiores índices encontrados, foram nos tratamentos com bloco prensado e nos tratamentos inoculados com *G. clarum* e inóculo misto. Para a relação H/D, os maiores resultados dessa relação, obtidos nos blocos prensados, nos tratamentos inoculados, não foram sinônimos de boa qualidade, pois de acordo com Carneiro (1995), quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade de as mudas sobreviverem e se estabelecerem na área do plantio definitivo. Para se ter uma boa classificação no padrão de qualidade das mudas, é necessário que as características, tanto de crescimento, quanto de qualidade, não sejam avaliadas isoladas, a fim de que não ocorram equívocos no momento da seleção das mesmas. Para os teores nutricionais, o N, independente do recipiente, a inoculação das mudas de cedro australiano com inóculo misto proporcionou incrementos no teor de N na massa seca, e independente da inoculação, as mudas produzidas no bloco prensado proporcionaram incremento nos teores de N. De um modo geral, para os teores de P, K e Ca na massa seca da parte aérea, e a colonização micorrízica, em mudas de cedro australiano foram influenciadas tanto pela inoculação com FMAs quanto pelos recipientes, sendo que o bloco prensado e a inoculação de FMAs obtiveram maiores teores desses nutrientes quando não inoculados, com exceção para os teores de Mg, que não foram influenciados pela interação entre os tratamentos. A introdução de

FMA em viveiros pode promover aumento no crescimento, qualidade e teores nutricionais durante a produção destas mudas. Estudos referentes à nutrição mineral e a produtividade do cedro australiano (*Toona ciliata*) em escala comercial, que avaliem a demanda nutricional durante o ciclo de produção desta espécie no Brasil, ainda são requeridos, uma vez que a maioria dos trabalhos está voltada para a espécie florestal nativa cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L. S. (2005) *Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St. Hill., A. Juss. e Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) produzidas em diferentes substratos*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 96 f.
- Arthur, G. A., Cruz, P. C. M. da., Ferreira, E. M., Barretto, M. C. V. de., Yagl, R. (2007) Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.6, p.843-850.
- Azevedo, M. I. R. (2003) *Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes*. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 88p.
- Bar-Tal, A., Pressman, E. (1996) Root restriction and potassium and calcium solution concentrations affect drymatter production, cation up-take, and blossom-end rot in greenhouse tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 121, p. 649-655.
- Barroso, D.G., Carneiro, J.G.A., Leles, P.S.S. (2000a) Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. *Floresta e Ambiente*, v. 7, n. 1, p. 238-250.

- Barroso, D. G. Carneiro, J.G.A., Leles, P.S.S. (2000b) Efeito de recipientes sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. *Revista Árvore*, v.24, n.3, p.291-301.
- Becker, W. N., Hall, I. R. (1976) *Gigaspora margarita*, a new species in the Endogonaceae. *Mycotaxon* 4:155-160.
- Bellote, A. F. J.; Silva, H. D. da. (2000) Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Gonçalves, J. L. de M.; Benedetti, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, p. 105-133.
- Bernardino, D. C. S., Paiva, H. N., Neves, J. C. L., Gomes, J. M.; Marques, V. B. (2005) Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, v.29, n.6, p.863-870.
- Bonfante P., Anca, I. A. (2009) Plants, Mycorrhizal Fungi, and Bacteria: A Network of Interactions. *Annual Reviews of Microbiology*. 2009. v. 63, p.363-383.
- Bressan, W., Siqueira, J.O., Vasconcellos, C.A., Purcino, A.A.C. (2001) Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36: 250-260.
- Brissette, J.C. (1984) Summary of discussions about seedling quality. In: Southern Nursery Conferences, Alexandria. Proceedings... New Orleans: USDA. *Forest Service*. Southern Forest Experiment Station, p. 127-128.
- Brunetta, J.M.F.C., Alfenas, A.C., Mafia, R.G., Gomes, J.M., Binoti, D.B; Fonseca, E. de. P. (2007) Avaliação da especificidade de rizobactérias isoladas de diferentes espécies de *Pinus* sp. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1027-1033.
- Bygrave, F. L., Bygrave, P. L. (2005) Growing Australian Red Cedar and Other Meliaceae *Species in Plantation*. School of Biochemistry and Molecular Biology Faculty of Science Australian National University and Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, 6p.
- Caldeira, M.V.W., Marcolin, M., Moraes, E., Schaadt, S.S. (2007) Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. *Ambiência*,

- Guarapuava, v.3, p.1-8.
- Caldeira, M. V. W., Blum, H., Balbinot, R. , Lombardi, K. C.(2008a) Uso do resíduo do algodão no substrato para produção de mudas florestais. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, PR, v. 6, p. 191-202.
- Caldeira, M. V. W., Rosa, G. N., Fenilli, T. A. B., Harbs, R. M. P. (2008b) Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, v. 9, p. 27-33.
- Campos, M. A. A.; Uchida, T. (2002) Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 37, n. 3, p. 281-288.
- Carmo, D.L. do., Silva, B.V.N., Dias, J.de.S., Carvalho, J.G.de., Pinho, P.J. de (2010) Crescimento de cedro-australiano sob doses de boro e zinco em solução nutritiva. *Centro Científico Conhecer*. Goiânia, v.6, n.1, p.13.
- Carneiro, J. G. de A., Parviainen, J.V. (1988) Comparison of production methods for containerized pine (*Pinus elliottii*) seedlings in South in Brazil. *Metsasantutkimuslaitoksen Tiedonantoja*, Finlândia, n.302, p. 6-24.
- Carneiro, J. G. de A., Brito, M.A.R. (1992) Nova metodologia para a produção mecanizada de mudas de *Pinus taeda* L. em recipientes com raízes laterais podadas. *Floresta*, v. 22, n. 1/2, p. 63-77.
- Carneiro, J. G. de A. (1995) Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais. Curitiba: UFPR/ FUPEF; Campos: UENF, 451 p.
- Carnel, S.B., Reyes-Solis, M.G., Ferrera-Cerrato, R., Franson, R.L., Brown, M.S., Bethlenfalvay, G.J. (1991) Growth of VA mycorrhizal mycelium through bulk soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 389-393.
- Castro, D.N.de. (2007) *Produção de mudas de Calophyllum brasiliense Cambess. (guanandi) em diferentes recipientes*. Monografia (Engenharia Florestal) Seropédica, RJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas – UFRRJ, 13p.
- Cavers, S., Navarro, C., Lowe A.J. (2003) Chloroplast DNA phylogeography reveals colonization history of a Neotropical tree, *Cedrela odorata* L., in Mesoamerica. *Molecular Ecology* 12: 1451–1460.

- Chaves, A.S., Paiva H.N (2004) Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) *Scientia Forestalis*, 65:22- 29.
- CI Florestas (Centro de Inteligência em Florestas) (2011) Disponível em: <http://www.ciflorestas.com.br/cedroaustraliano>, acessado em 10 de dezembro 2011.
- Correia, K.G., Nogueira, R.J.M.C. (2004) Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, v.4, n.2.
- Dickson, A.; Leaf, A. L.; Hosner, J. F. (1960) Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v. 36, p. 10-13.
- Embrapa Florestas (2010) Disponível em: <http://www.embrapa.br/pesquisa/efb/index>, acessado em 10 de dezembro.
- Favalessa, M. (2011) *Substrato renováveis e não renováveis na produção de mudas de Acacia mangium*. Monografia (Ciências Agrárias) Jerônimo Monteiro, ES. Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Florestal, 50p.
- Ferreira, P.A.A., Santos, J.V.do., Lopez, M. V., Soares, C.R.F.S., Furtini Neto, A.E (2010) Fungos Micorrízicos Arbusculares e Fosfato no crescimento de Cedro Australiano (*Toona ciliata*) em solo de baixa fertilidade natural. Resumo apresentado no FertBio 2010. Guarapari ES. [http://www.fundagres.org.br/congressos/fertbio2010/dados/listagem\\_trabalhos.php](http://www.fundagres.org.br/congressos/fertbio2010/dados/listagem_trabalhos.php)
- Freitas, T.A. S de., Barroso, D.G., Carneiro, J.G de. A., Penchel, R.M., Lamonica, K.R., Ferreira, D. de. A. (2005) Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, v.29, n.6, p.853-861.
- Freitas, T. A. S de., Barroso, D.G., Carneiro, J.G de A., Penchel, R.M., Figueiredo, F.A.M.M de. A. (2006) Mudas de eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, v.30, n.4, p.519-528.

- Freitas, M.S.M.; Martins, M.A.; Carvalho, A.J.C. (2006) Crescimento e composição da menta em resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada. *Horticultura Brasileira*, v.24, n.1, p.11-6.
- Fonseca, F de. A. (2005) *Produção de mudas de Acacia mangium Wild. E Mimosa artemisiana Heringer e Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas*. Dissertação (Ciências Ambientais e Florestais) Seropédica, RJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas – UFRRJ, 61p.
- Fonseca, E.P., Valéri, S.V.; Miglioranza, E., Fonseca, N.A.N., Couto, L. (2002) Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 26, p. 515-523.
- Fonseca, E. P. (2000) *Padrão de qualidade de mudas de Trema micrantha (L.) Blume., Cedrela fissilis Vell e Aspidosperma polyneuron Muil Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento*. Jaboticabal. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista.
- Giovanetti, M., Mosse, B., (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 84, 489-500.
- Gomes, J. M., Couto, L., Borges, R.C.G., Freitas, S.C. (1990) Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de Ipê (*Tabebuia serratifolia*) de Copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e de Angico Vermelho (*Piptadenia peregrina*). *Revista Árvore*, v. 14, n. 1, p. 26-34.
- Gomes, J.M. (2001) Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 126f.
- Gomes, J. M., Couto, L.; Leite, H. G.; Xavier, A.; Garcia, S.L.R. (2003) Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tipos de tubete e fertilização N-P-K. *Revista Árvore*, v. 27, n.2, p.113-127.
- Gomes, J. M.; Paiva, H. P. (2004) Viveiros florestais (propagação sexuada). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 116p.

- Gomes, J. M., Paiva, H. N. (2006) Viveiros florestais (propagação sexuada). Viçosa: Editora UFV.
- Gouvêa, C. F. (2005) Estudo do desenvolvimento floral em espécies arbóreas da família Meliaceae. Tese (Doutorado em Ciências) – Piracicaba-SP, Universidade de São Paulo, 101 p.
- Govindarajulu, M., Pfeffer, P.E., Jin, H., Abubaker, J., Douds, D.D., Allen, J.W., Bücking, H., Lammers, P.J., Shachar-Hill, Y. (2005) Nitrogen Transfer in the Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. *Nature Magazine*. 435. p. 819-823.
- Grace, C., Stribley, P. (1991). A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research*, 95 (10): 1160-1162.
- Hahn, C. M., Oliveira, C., Amaral, E. M., Rodrigues, M. S., Soares, P. V. (2006) Recuperação florestal: da semente à muda. São Paulo, SP: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, 144p.
- Invam (International Culture Collection of Vesicular and Arbuscular Mycorrhizal Fungi). *Species Description*. Morgantown, West Virginia Agriculture and Forestry Experimental Station. Disponível em: <http://invam.caf.wvu.edu>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2010.
- Ismail, M.R., Noor, K.M. (1996) Growth, water relations and physiological processes of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) plants under root growth restriction. *Scientia Horticultura*, Piracicaba, v. 66, p. 51-58.
- Jackson, M.L. (1965) Soil Chemical Analysis. New Jersey: Prentice Hall, 489p.
- Knapik, J. G., Almeida, L. S. de., Ferrari, M. P., Oliveira, E. B. de., Nogueira, A.C (2005) Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e *Allophylus Edulis* (St. Hil.) Radl. (Vacum) sob diferentes regimes de adubação. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 51.
- Kratz, D. (2011) *Substratos renováveis para produção de mudas de Eucalyptus Benthonii Maiden et Cambage e Mimosa Scabrella benth.*. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná, PR. 118 f.

- Keller, L. (2006) Viabilidade do uso do sistema de blocos prensados na produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. 36p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- Keller, L., Leles, P.S.S., Oliveira Neto, S. N. de., Coutinho, R. P., Nascimento, D. F. do. (2009) Sistema de blocos prensados para produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.2, p.305-314.
- Leles, P.S., Carneiro, J.G.de A., Barroso, D. Q., Morgado, I.F. (2000) Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. *Revista Árvore*, v. 24, n. 1, p. 13-20.
- Leles, P.S. dos S., Carneiro, J.G. de A., Novaes, A.B. de., Barroso, D.G. (2001) Crescimento e arquitetura radicial de plantas de eucalipto oriundas de mudas produzidas em blocos prensados e em tubetes, após o plantio. *Cerne*, v.7, n.1, p.010-019.
- Lima, J.D.; Silva, B.M.S.; Moraes, W.S.; Dantas, V.A.V.; Almeida, C.C. (2008) Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Acta Amazonica*, 38: 5-10.
- Lisboa, A.C. (2006) *Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em tubetes de diferentes dimensões*. (Monografia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, 45p.
- Locatelli, M., Macêdo, R.S., Vieira, A. H. (2007) Avaliação da altura e diâmetro de mudas de cedro rosa (*Cedrela odorata* L.) submetidas a diferentes deficiências nutricionais. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 645-647, Suplemento.
- Lopes, E. D (2005) *Qualidade de mudas de Eucalyptus urophylla, E. camaldulensis e E. citriodora produzidos em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e o seu desempenho no campo*. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 76p.
- Lynch, J.P. e Ho, M.D. (2005) Rhizoeconomics: Carbon costs of phosphorus acquisition. *Plant and Soil*. 269: 45-56.

- Malavasi, U.C., Malavasi, M.M. (2006) Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. *Ciência Florestal*, v.16, n.1, p.11-16.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. de. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 319p.
- Mallerby, D.J. (1997). The Plant-Book. Cambridge University Press, Second Edition.
- Marques, T.C.L.L.S., Siqueira, J.O., Moreira, F.M.S. (1997) Crescimento de mudas de espécies arbóreas em solo contaminado com metais pesados. In: Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 3., Ouro Preto.
- Marschner H; Dell B. (1994) Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, 159: 89-102.
- Mello, A.H de., Kaminski, J., Antonioli, Z.I., Santos, L.C dos., Souza, E.L de., Schirmer, G.K., Goulart, R.M (2008) Influência de substratos e fósforo na produção de mudas micorrizadas de *Aacacia mearnsii* de Wild. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 321-327
- Michereff, S.J., Barros, R. (Eds.) (2001) Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife: Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 368p.
- Moratelli, E.M., Costa, M.D., Lovato, P.E., Santos, M., Paulilo, M.T.S. (2007) Efeito da disponibilidade de água e de luz na colonização micorrízica e no crescimento de *tabebuia avellanedae* lorentz ex Griseb. (Bignoniaceae). *Revista Árvore*, 31 (3): 555-566.
- Moreira, F.M.S., Siqueira, J.O. (2006) Microbiologia e bioquímica do substrato. Lavras: UFLA, 2º Ed, 729 p.
- Moreira, F.M.S., Siqueira, J.O., Brussaard, L. (2008) Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. p. 768.
- Moretti, B. da. S., Neto, A.E.F., Pinto, S.I. do. C., Furtini, I.V., Magalhães, C.A. de. S. (2011) Crescimento e nutrição mineral de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes. *Cerne*, Lavras, v. 17, n. 4, p. 453-463.
- Morgado, I.F., Carneiro, J. G. A., Leles, P. S. S., Barroso, D.G. (2000) Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden

- utilizando resíduos prensados como substratos. *Revista Árvore*, v. 24, n. 1, p. 27-33.
- Murakami, C. H. G. (2008) Cedro Australiano: Valorização de Espécies Nobres Boletim Florestal: Informativo Florestal do Norte Pioneiro. Forest Brazil: Viveiro Florestal. ed. 7, Ano 2, p. 1-10.
- Neves, J.C.L., Gomes, J.M., Novais, R.F. (1990) Fertilização mineral de mudas de Eucalipto. In: Barros, N.F.; Novais, R.F. *Relação solo-eucalipto*. Viçosa: UFV, 330 p.
- Nicolson, T.H., Schenck, N. C. (1979). Endogonaceous mycorrhizal endophytes in Florida. *Mycologia* 71: 178-198.
- Nóbrega, J.C.A., Lima, J.M. de, Curi, N., Siqueira, J.O., Motta, P.M.F. da. (2001) Fosfato e micorriza na estabilidade de agregados em amostras de latossustratos cultivados e não-cultivados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (11): 1425-1435.
- Novaes, A.B (1998) *Avaliação morfológica da qualidade de mudas de Pinus taeda L., produzidas em raiz nua em diferentes tipos de recipientes*. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 181f.
- Novaes, A. B., Carneiro, J.G.A., Barroso, D.G., Leles, P.S. S (2002) Avaliação do potencial de regeneração de raízes em mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em diferentes tipos de recipientes e o seu desempenho no campo. *Revista Árvore*, v.26, n.6, p.675-681.
- Oliveira, R. B.; Souza, C. A. M.; Martins filho, S.; Lima, J. S. S. (2004) Desenvolvimento de essências florestais em diferentes substratos. In: VII INIC Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2004, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento.
- Olsson, P.A., Wilhelmsson, P. (2000). The growth of external AM fungal mycelium in sand dunes and in experimental systems. *Plant & Soil* 226, 161-169.
- Parviainen, J. V. (1976) Initial development of root systems of various types of nursery stock for scots pine. *Folia Forestalia*, v. 268, p. 2-21.
- Pasqualini, D., Uhlmann, A., Stürmer, S.L (2007) Arbuscular mycorrhizal fungal communities influence growth and phosphorus concentration of woody plants

- species from the Atlantic rain forest in South Brazil. *Forest Ecology and Management*, p. 148-155.
- Peterson, T.A., Cohen, J. D., Buta, J. G., Krizek, D.T. (1991a) Influence of root restriction on tomato: changes in leaf cell expansion, abscisic acid and indole-3-acetic acid. *Plant Physiology*, Rockville, v. 96, p. 78, Supplement.
- Peterson, T.A., Reinsel, M. D., Krizek, D.T.T (1991b) (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. 'Better Bush') plant response to root restriction. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 42, n. 243, p. 1233-1240.
- Pinheiro, A. L., Lani, L. L., Couto, L. (2003) Cultura do cedro australiano para produção de madeira serrada. Viçosa, MG: UFV, 42 p.
- Pouyú-Rojas E. (2002) *Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com mudas de espécies arbóreas tropicais*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 90p.
- Pouyú-Rojas, E., Siqueira, J.O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais (2000) *Pesq. Agropec. Bras.*, 35:103-114.
- Reinhart, D. (2007) Programming good relations- development of the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, v. 10, p. 98 -105.
- Reis, J. L. (2003) *Produção de mudas de Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke em diferentes recipientes e substratos*. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 16p.
- Reis, E.R.; Lúcio, A.D.; Binotto, A.F.; Lopes, S.J. (2008) Variabilidade dos parâmetros morfológicos em mudas de *Pinus elliottii* Engelm. *Revista Cerne*, v. 14, n. 02, p. 141-146.
- Rillig, M.C., Wright, S.F., Nichols, K.A., Schmidt, W.F., Torn, M.S. (2001). Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soils. *Plant Soil*, 233, 167–177.
- Rillig, M.C., Mummey, D.L. (2006). Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist* 171, 41-53.

- Rocha, F.S., Saggin Júnior, O.J. da., Silva, E.M.R. de., Lima, W.L (2006) Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. *Revista Pesquisa Agropecuária brasileira*, Brasília, v.41, n.1, p.77-84.
- Sabonaro, D. Z. (2006) *Utilização de composto de lixo urbano na Produção de mudas de espécies arbóreas Nativas com dois níveis de irrigação*. Dissertação (Mestrado em agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária: Unesp, SP.
- Sannazzaro, A.I., Ruiz, O.A., Albertó, E.O., Menéndez, A.B. (2006) Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. *Plant and soil*, 285 (1-2): 279-287.
- Santos, C. B., Longhi, S. J., Hoppe, J.M., Moscovich, F.A. (2000) Efeito do volume de tubetes e tipos de substrato na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. *Ciência Florestal*, v.10, n.2, p.1-15.
- Sementes Caiçara (2011) Disponível em: <http://www.sementescaicara.com.br>, acessado em novembro de 2011.
- Schiavo, J. A., Martins, M. A. (2002) 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.
- Schiavo, J.A., Martins, M.A. (2003) Produção de mudas de Acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.2, p. 173-178.
- Schiavo, J.A., Martins, M.A., Rodrigues, L.A. (2009) Avaliação nutricional de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis* inoculadas com fungos micorrízicos, em casa de vegetação e em cava de extração de argila. *Acta scientiarum agronomy*, 31 (4): 701-707.
- Silva, R. F., Antonioelli, Z.I., Leal, L., Silva, A.S (2009) Ocorrência de Fungos Micorrízicos em Espécies Florestais na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Agrocência*, Pelotas, v.15, n.1-4, p.65-70.
- Silva, M. P. S. (2010) Qualidade das mudas produzidas por miniestaquia e produtividade de minicepas de cedro australiano, manejadas em canaletões e

- tubetes. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes- RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 44p.
- Silveira, A. P. D. da., Freitas, S. dos S.(2007) Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental. Campinas. Instituto Agrônomico. 312p.
- Siqueira, J.O., Saggin Junior, O.J. (1992) The importance of mycorrhizae association in natural in low fertility. p. 240-280. In A. T. Machado, R. Magnavaca, S. Pandey & A. F. Silva (Ed.). Proc. Int. Symposium on Environmental Stress: maize in perspective, 3. Embrapa - CNPMS, Sete Lagoas, Minas Gerais, 353 p. Resumos.
- Smith, S.E., Read, D.J (1997) *Mycorrhizal symbiosis*. 2º ed. San Diego, Academic Press, 605p.
- Smith, S.E., Read, D.J. (2008) *Mycorrhizal Symbiosis*. 3º ed. Califórnia: Academic Press, 605p.
- Sturion, J.A., Antunes, J.B.M. (2000) Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. (Org.) Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, p.125- 174.
- Thomaz, R. (2007) *Crescimento e nutrição de mudas de Pinus taeda no estado do rio grande do sul*. Dissertação de mestrado (Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, RS.
- Trazzi, P. A. (2011) *Substratos renováveis na produção de mudas de Tectona grandis linn. f.* Dissertação (Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Espírito Santo, ES.
- World Agroforestry Centre (WAC) – AgroForestryTree Database - A Tree Species Reference and Selection Guide in: <http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/Products/AFDbases/af/asp/SpeciesInfo.asp?SpID>. Acessado em: 25/08/2012.
- Zangaro, W. e Andrade, G. (2002) Micorrizas arbusculares em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. Pp. 171-210. In: M.E. Medri; E. Bianchini; J.A. Pimenta e O. Shibata (eds.). A bacia do rio Tibagi. Londrina.

- Zani Filho, J. (1996) Evolução tecnológica de viveiros florestais. In: Simpósio IPEF - A reengenharia e seus impactos no desenvolvimento científico e tecnológico do setor florestal. Piracicaba VI Anais, IPEF, v. 2, p. 15-23.
- Zani Filho, J. (1998) Fundamentos para estruturação de um viveiro florestal. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais/ESALQ, 12 p.
- Zani Filho, J., Balloni, E.A., Stape, J.L. (1989) Viveiro de mudas florestais: análise de um sistema operacional atual e perspectivas futuras. IPEF.Circular Técnica, 168. <http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr168>(17 nov. 2004).
- Zonta, E.P., Machado, A.A., Silveira Júnior, P. (1984). Sistema de análises estatísticas para microcomputadores (SANEST). Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 151 p.

## APÊNDICE

Tabela 1A: Análise de variância da altura (H), diâmetro do colo (DC), relação altura/diâmetro (H/D), relação parte aérea e raiz (PA/R), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), colonização micorrízica e teores nutricionais (N, P, K, Ca e Mg) das mudas de cedro australiano, 138 dias após a semeadura, inoculadas com FMAs em diferentes recipientes. Campos dos Goytacazes, RJ.

Causas de variação	G.L.	H (cm)	DC (mm)	H/D	MSR(g)	MSPA (g)	MST(g)	PA/R
		Q.M.						
Fungo	3	52.6272*	1,6979*	1,3108*	0,0547*	0,6489*	1,0607*	1,0325*
Recipiente	3	218,7757*	13,1824*	1,5484*	0,5990*	3,0797*	6,3807*	2,0607*
F x R	9	17,5959*	0,4326*	0,4471*	0,0247*	0,4111*	0,6125*	0,3297*
Resíduo	48	0,5097	0,0196	0,0355*	0,0024	0,0032	0,0097	0,0192
Causas de variação	G.L.	IQD	Colonização (%)	N	P	K	Ca	Mg
				g/Kg				
Q.M.								
Fungo	3	0,0147*	8060,4167*	2,2090*	1,4528*	28,4436*	1,0015*	0,3636
Recipiente	3	0,1824*	789,5833*	64,1111*	8,4955*	293,5134*	13,6989*	1,0995
F x R	9	0,0061*	432,6389*	1,0706	0,3484*	3,6783*	1,3114*	0,8685
Resíduo	48	0,0006	126,0417	0,5231	0,0532	1,6378	0,2750	0,4278

