

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

**Uso de zeólita na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Toona ciliata* M. Roem.**

**Felipe Vieira da Cunha Neto**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles**

**SEROPÉDICA – RJ  
FEVEREIRO – 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

**Uso de zeólita na composição de substratos para produção de mudas de  
*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Toona ciliata* M. Roem.**

**Felipe Vieira da Cunha Neto**

Monografia apresentada ao Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 13 de fevereiro de 2008

Banca Examinadora:

---

Prof. Paulo Sérgio dos Santos Leles – UFRRJ  
Orientador

---

Prof. Ricardo da Silva Pereira - UFRRJ

---

Prof. Carlos Alberto Moraes Passos - UFRRJ

## AGRADECIMENTOS

À Jesus Cristo, o Senhor da minha vida: “Porque dele, e por ele, e para ele são todas as coisas; (Rm 11:36)”.

Aos meus amados pais e irmãos.

À Igreja Batista Peniel e à minha querida Célula Baurim Baruque.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo suporte acadêmico.

Ao professor Paulo Sérgio dos Santos Leles pelos ensinamentos, amizade e por ter feito do trabalho, uma alegria (muito obrigado, professor).

Ao pesquisador José Carlos Polidoro da Embrapa Solos.

Aos companheiros do quarto 432 e ao “anexo” 116-A.

À equipe do Laboratório de Estudos e Pesquisas em Reflorestamento – LAPER, do Departamento de Silvicultura, especialmente à Marília.

Ao Sr. Sebastião, funcionário do viveiro, pela ajuda, conhecimentos compartilhados e amizade.

Ao Prof. Ricardo Pereira por ter cedido o espaço do viveiro.

Agradeço à todos que estiveram ao meu lado e que me apoiaram nos momentos em que precisei.

À todos que aqui não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento.

DEDICO

*Aos meus pais, por serem meus pilares.*

## SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	1
2.1. Descrição das Espécies.....	1
2.1.1 <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan (angico vermelho).....	1
2.1.2 <i>Toona ciliata</i> M. Roem. (Cedro-australiano) .....	2
2.2 Substrato.....	2
2.3 Zeólita.....	4
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	4
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
4.1 <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan (angico vermelho).....	6
4.2 <i>Toona ciliata</i> M. Roem. (Cedro-australiano).....	8
5 CONCLUSÃO.....	11
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
7 ANEXOS.....	14

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Proporção de compostos, em volume, dos substratos testados.....	5
Tabela 2: Análise química dos substratos utilizados na produção de mudas de <i>Anadenanthera macrocarpa</i> e <i>Toona cilliata</i> .....	5
Tabela 3: Valores de altura e diâmetro de colo aos 150 e 210 dias de mudas de angico vermelho, produzidas em diferentes substratos.....	7
Tabela 4: Peso seco aéreo, radicular e total das mudas de angico vermelho, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita, aos 210 dias após a semeadura.....	8
Tabela 5: Valores de altura e diâmetro aos 150 e 210 dias de mudas de cedro australiano, produzidas em diferentes substratos.....	9
Tabela 6: Peso seco aéreo, radicular e total das mudas de cedro australiano, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita, aos 210 dias após a semeadura.....	10

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Altura das mudas de angico vermelho em diferentes idades, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita.....	6
Figura 2: Diâmetro das mudas de angico vermelho em diferentes idades, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita.....	7
Figura 3: Altura das mudas de cedro australiano em diferentes idades, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita.....	9
Figura 4: Diâmetro das mudas de cedro australiano em diferentes idades, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita.....	9

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica do uso de zeólita na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* e *Toona ciliata*. Os tratamentos foram compostos por zeólita, composto orgânico e moinha de carvão, em diferentes proporções volumétricas. Utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado, sendo realizadas avaliações mensais de altura e diâmetro de colo das mudas. Aos 210 dias após a semeadura, foi feita a coleta e pesagem do sistema radicular e da parte aérea para obtenção de peso seco. Constatou-se que não houve diferença significativa entre o crescimento das mudas de ambas espécies produzidas nos substratos com diferentes proporções de zeólita. Concluiu-se que a zeólita que foi utilizada, como componente de substrato, não favoreceu o crescimento das mudas de *Anadenanthera macrocarpa* e *Toona ciliata*.

## ABSTRACT

The objective of this research was evaluate the use of zeolite as component of substratum, to product plants of *Anadenanthera macrocarpa* and *Toona cilliata*. The treatments were compound of zeolite, organic material and coal, at diferents volumetrics proportion. Monthly evaluations of stature and diameter of the plants were done. At 210 days after sowing, the plants were collected and obtained the dry weight of the radicular sistem and aerial portion. It was found no significant differences between the growth of plants of species producted at the substratums with diferents proportions of zeolite. Concluded that the zeolite wich was used as substratum's component, didn't advanced tha grownth of the plants of *Anadenanthera macrocarpa* and *Toona cilliata*.

## 1. INTRODUÇÃO

Diversas espécies têm sido usadas em maior ou menor escala em projetos de recomposição florestal e produção. Dentre essas espécies, tem-se a *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (angico vermelho) e a *Toona cilliata* M. Roem. (cedro australiano). O angico vermelho produz sementes viáveis em grande quantidade e tem sido usado, frequentemente, em projetos de recuperação de áreas degradadas. O cedro australiano, espécie cuja madeira muito se parece com o cedro brasileiro (*Cedrela fissilis*), tem despertado o interesse de produtores devido ao desenvolvimento que planta tem apresentado em plantios.

Mas o êxito de plantios florestais, tanto para fins de produção como de conservação, não está atrelado, unicamente, à espécie utilizada, mas é altamente relacionada à qualidade das mudas produzidas, que depende diretamente do tipo de recipiente usado, da qualidade das sementes e do substrato utilizado. Os tipos de recipientes e diferentes composições de substratos, têm sido alvos de diversas pesquisas, com o intuito de determinar os substratos e tipos de recipientes mais adequados para a produção de espécies arbóreas com a fim de alcançar melhoria na qualidade das mudas produzidas no Brasil.

O substrato, segundo CUNHA et al. (2006), tem por finalidade garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em curto período, e baixo custo. As características do substrato, tais como retenção de água, CTC e porosidade devem ser otimizadas a fim de se produzir mudas com a melhor qualidade possível. Na busca de substratos que atendam a essas características de maneira equilibrada, é prática a mistura de componentes com propriedades diferentes.

Diversas composições de substratos vêm sendo testadas e uma das alternativas adotadas como componente, é o uso de rochas e minerais como a vermiculita, mineral já consagrado no mercado. Esse trabalho apresenta uma alternativa de uso de outro mineral: a zeólita.

A zeólita é proveniente da Bacia do Parnaíba, no Maranhão, que representa o principal depósito de zeólita natural do País com potencial de aproveitamento econômico (CANAL CIÊNCIA, 2007).

Pesquisas referentes a esse mineral são de grande interesse para as pequenas e médias empresas que atuam na exploração de jazidas de zeólitas, uma vez que poderão provocar abertura de novos mercados para a comercialização desse produto. Tem sido realizado alguns estudos para a produção de mudas de alface (PAIVA et al., 2005a) e de limão cravo (PAIVA et al., 2005b)

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica do uso de zeólita na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* e *Toona cilliata*.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Descrição das Espécies

#### 2.1.1 *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (angico vermelho)

É uma espécie nativa, pertencente a família Leguminosae-Mimosoideae. Sua altura varia de 13 a 20 m. Os ramos podem apresentar espinhos. A ocorrência da espécie

vai do Maranhão e Nordeste do país até São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, principalmente na floresta latifoliada semidecídua. A madeira é muito pesada (densidade 1,05 g/cm<sup>3</sup>), própria para a construção civil (vigas e assoalhos) e naval, para a confecção de dormentes e para uso em marcenaria e carpintaria. Apresenta rápido crescimento, podendo ser aproveitada com sucesso para reflorestamentos de áreas degradadas. As flores são melíferas. É uma espécie decídua, pioneira, heliófita e seletiva xerófila. Comum no interior da mata primária densa, tanto em solos argilosos e férteis como em afloramentos basálticos. É bastante freqüente nos chamados cerradões e matas de galeria de todo o Brasil Central. Ocorre preferencialmente em terrenos altos e bem drenados, chegando a formar agrupamentos quase homogêneos. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis (LORENZI, 1992). Segundo CARVALHO (2003), a espécie pode ser plantada em plantio puro a pleno sol, com bom desenvolvimento e expressiva regeneração natural por sementes, também podendo ser realizado plantio misto, associado com espécie pioneira de crescimento rápido, para melhorar sua forma. Brota da touça, após corte, podendo ser manejada pelo sistema de talhadia.

### **2.1.2 *Toona ciliata* M. Roem. (Cedro-australiano)**

As descrições seguintes da espécie *Toona ciliata* encontram-se relatadas em PINHEIRO et al. (2003), BYGRAVE e BYGRAVE (2005) e CEDRO-AUSTRALIANO (2006).

Trata-se de uma espécie exótica, proveniente da Austrália, pertencente à família Meliácea. Apresenta bom crescimento em regiões de 500 a 1.500 m de altitude e com regime pluviométrico de 800 a 1.800 mm.ano<sup>-1</sup>, suportando entre 2 a 6 meses de estiagem. As plantas não suportam solos mal drenados, argilosos compactados e nem solos arenosos pobres. Na região da Zona da Mata de Minas Gerais, essa espécie tem se desenvolvido muito bem em solos situados em relevo plano e em declive.

O crescimento do cedro-australiano na região centro-oeste MG (Campo Belo, Cristais, Cana Verde, Santo Antônio do Amparo) tem sido excepcional, sendo que as plantas alcançaram 1,20 m aos 4 meses após o plantio. Em Venda Nova do Imigrante (ES) foram observadas plantas com 6 m de altura com idade de 2 anos e 8 meses e plantios com porte médio das árvores de 10 metros de altura, aos 6 anos de idade. A idade ideal de corte do cedro é aos 12 anos,

A madeira de *Toona ciliata* é considerada uma das melhores da Austrália. Apresenta coloração marrom avermelhada e é de boa durabilidade, de fácil secagem e armazenagem, de fácil desdobro e com odor agradável. Sua madeira é idêntica à do cedro brasileiro (*Cedrela fissilis*), nativo do Brasil (PINHEIRO et al., 2003). A madeira é largamente empregada na indústria de contraplacados, compensados, fundos de fórmica, móveis, obras de entalhe e esculturas, janelas e especialmente na fabricação de portas grandes de garagens e de porteiros de pastagens e fazendas por tornarem-se extremamente leves. É empregada ainda na construção naval e aeronáutica, confecção de lápis, produção de caixas de charutos e muitas outras aplicações artísticas como confecção de instrumentos musicais.

## **2.2 Substrato**

Entre os fatores que influenciam a qualidade das mudas, destacam-se a qualidade das sementes, recipientes, fertilizações, técnicas de manejo e substratos (FONSECA, 2005).

Segundo WENDLING (2002), a principal função do substrato é sustentar a muda e fornecer nutrientes para o seu crescimento, devendo ser isento de sementes de plantas invasoras, pragas e fungos patogênicos, o que evita a necessidade de desinfestação dos canteiros e reduz sensivelmente os riscos de competição e doenças. Atualmente, encontram-se disponíveis no mercado substratos esterilizados, livres de pragas e doenças, formulados especialmente para a produção de mudas, tais como: composto orgânico, húmus, espuma fenólica (para enraizamento de estacas e cultivo hidropônico), fibra de coco, entre outros.

A escolha do substrato está diretamente relacionada à embalagem e ambos determinam o manejo de irrigação e adubação a ser adotado no viveiro. Como o substrato pode ser preparado a partir de diferentes combinações de diferentes materiais, é essencial o conhecimento de suas características físicas e químicas para determinar o regime de irrigação e adubação. Cada material apresenta características que os tornam diferentes quanto à fertilidade, drenagem e retenção de água (CARNEIRO, 1995). Por esse motivo, segundo HAHN et al. (2006), é necessário misturar componentes diferentes para resultar em um substrato adequado. Segundo NEGREIROS et al. (2004), a mistura de material orgânico com solo, normalmente melhora a textura do substrato, propiciando boas condições físicas e fornecendo os nutrientes necessários ao desenvolvimento da muda produzida.

Na escolha do substrato, deve-se observar, principalmente, suas características físicas e químicas, além dos aspectos econômicos. As propriedades físicas mais importantes do substrato, segundo LACERDA et al. (2006), são a densidade, porosidade total, espaço de aeração e a retenção de água.

Em relação às características químicas, a variação na acidez ou alcalinidade está associada com variações na disponibilidade de nutrientes. O fósforo tem sua disponibilidade máxima quando o pH está em torno de 6,5 (MALAVOLTA, 1980). Valores mais baixos de pH levam à formação de fosfatos de Fe e de Al de baixa disponibilidade. Em condições de pH mais elevado, ocorre a precipitação do P na forma de fosfato de cálcio, de menor disponibilidade. A alcalinidade, em geral, leva à diminuição da disponibilidade do ferro, cobre, manganês e zinco. Comportamento inverso é observado para molibdênio e cloro. A faixa de pH de 6,0 a 6,5 apresenta as melhores condições de disponibilidades para a maioria dos nutrientes. Ainda segundo o autor, o fósforo é o elemento cuja falta mais limita a produção. MARENCO e LOPES (2005) salientam que esse elemento é componente da adenosina difosfato (ADP) e da adenosina trifosfato (ATP), os dois compostos que abrangem as mais importantes transformações energéticas nos vegetais, sendo importante nos processos de respiração e fotossíntese. O fósforo é essencial em numerosos processos metabólicos. O ferro, alumínio e manganês, sob condições muito ácidas, reagem com  $H_2PO_4^-$ , tornando o fósforo insolúvel e inassimilável.

Uma vez que a presença de sais na solução do solo permite a condução de corrente elétrica, a condutividade elétrica (CE) é utilizada como indicadora da salinidade, sendo útil para o monitoramento da salinização de substratos (TOMÉ JÚNIOR, 1997). Desse modo, quanto maior for a concentração de sais no substrato ou no solo, maior será a CE. No entanto o excesso de sais na zona radicular prejudica a germinação, desenvolvimento e produtividade das plantas, pois a planta desviará energia que seria usada em processos metabólicos essenciais, para conseguir absorver água utilizando-se de efeito osmótico.

## 2.3 Zeólita

Várias rochas e minerais podem ser utilizados na agricultura, como condicionadores de solos, alterando as condições físico-químicas dos solos a favor do agricultor, ou como carreador de nutrientes, promovendo a geração de condições favoráveis ao plantio, em termos de quantidade de nutrientes e umidade. Nesse contexto, destacam-se os minerais industriais. O termo minerais industriais engloba um grupo de rochas e minerais predominantemente não metálicos, que, devido às suas propriedades químicas e físicas, podem ser utilizados com diversas funções nos processos industriais. Esses minerais podem ser utilizados na sua forma natural ou após beneficiamento. Dois tipos de minerais industriais se destacam para estas funções: as zeólitas naturais e a vermiculita. As zeólitas englobam um grande número de minerais naturais que apresentam características comuns. São aluminossilicatos hidratados de metais alcalinos ou alcalinos terrosos, principalmente sódio, potássio, magnésio e cálcio. Por possuírem propriedades de adsorção, podem ser usadas na agricultura como condicionador de solos ou carreador de nutrientes. (CANAL CIÊNCIA, 2007).

O termo zeólita vem do grego *zeo* e *lithos*, que significa "pedra que ferve", porque, na ocasião da sua descoberta em 1756, o sueco Axel Cronstedt, utilizando um pequeno maçarico, descobriu um minério poroso (hoje conhecido como estilbita) que se decompunha eliminando vapor d'água (LUNA, 2001).

É um mineral abundante no Centro-Sudoeste do Maranhão, possuindo aproximadamente 4 bilhões de toneladas de zeólita, quantidade suficiente para abastecer o mercado brasileiro e ainda destinar parte para exportação. O mineral é usado na industrialização de 20 a 30 produtos. Entre eles estão fertilizantes, adubo, materiais de construção e para filtros de água e produtos de saneamento. Sua maior aplicação, porém, está na indústria petroquímica. Os maiores produtores desse mineral são Cuba, Estados Unidos e Canadá. A zeólita encontrada no Maranhão é de teor equivalente a encontrada em Cuba. Vários pesquisadores cubanos já estiveram analisando o mineral (RADIOBRÁS, 2007)

GRUJIKI (2007) analisando substratos com diferentes proporções de zeólita misturado a composto orgânico e moinha de carvão, constatou que a zeólita apresenta baixa retenção de umidade, pois quanto maior a proporção de zeólita menor foi a retenção de água pelo substrato. Este comportamento não era esperado, pois segundo MARQUEZ (2000), a zeólita possui alta retenção de umidade, sendo utilizada como condicionador de solo. GRUGIKI (2007), verificou também que a capacidade de troca catiônica, fósforo assimilável e condutividade elétrica diminuíram com o aumento da proporção de zeólita no substrato, e para pH foi observado comportamento inverso. Em relação as propriedades destes substratos utilizados por GRUGIKI (2007), constatou-se que os substratos contendo zeólita, apresentaram, os maiores valores de densidade do solo e densidade de partículas e os menores valores porosidade total, conforme o aumento da proporção de zeólita no substrato.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Viveiro Luiz Fernando Oliveira Capellão, do Departamento de Silvicultura, do Instituto de Florestas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Utilizou-se as espécies *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (angico vermelho) e *Toona ciliata* M. Roem. (cedro-australiano). As sementes de angico foram

doadas pelo setor de sementes da UFRRJ e as de cedro por produtor rural de Viana – ES.

Foram utilizados tubetes de 115 cm<sup>3</sup>. A composição, em proporção volumétrica, dos substratos testados encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1:** Proporção de compostos, em volume, dos substratos testados.

Tratamento	Zeólita	Composto orgânico	Moinha de carvão	Vermiculita
1	0	70	20	10
2	10	80	10	0
3	20	70	10	0
4	30	60	10	0
5	40	50	10	0
6	50	40	10	0

Foi estabelecido um experimento para cada espécie, onde se adotou o Delineamento estatístico Inteiramente Casualizado (DIC), constituído por quatro repetições, cada uma com quatro mudas. Cada espécie foi submetida a seis tratamentos.

As análises químicas dos substratos foram realizadas na EMBRAPA Solos e encontram-se na tabela 2.

**Tabela 2.** Análise química dos substratos utilizados na produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* e *Toona cilliata*.

Trat*	pH em H <sub>2</sub> O	P ass. mg/Kg	K <sup>+</sup>	-----cmolc/Kg-----			C.E mS/cm
				Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	
1	7,0	192	9,91	8,8	14,2	0,0	9,98
2	6,5	128	8,50	12,7	13,1	0,0	12,47
3	6,6	115	7,95	13,9	11,4	0,0	11,83
4	6,7	89	6,05	12,5	10,2	0,0	10,12
5	6,9	70	4,77	12,8	8,4	0,0	8,20
6	7,0	41	3,90	12,0	7,5	0,0	7,46

\*Trat.1= composto orgânico; Trat.2. Trat.3, Trat.4., Trat.5, Trat.6 =10, 20, 30, 40 e 50 % de zeólita, respectivamente.

A semeadura, que foi realizada, no início de outubro de 2006, diretamente nos tubetes (duas sementes para cada tubete) que foram deixados a pleno sol. Após a germinação, as mudas permaneceram a pleno sol durante todo o período decorrido do experimento.

Trinta dias após a semeadura, foi realizado um desbaste, permanecendo as mudas mais vigorosas. Nessa ocasião também foi feita a repicagem para os tubetes onde não houve germinação. Diariamente, foram realizadas duas irrigações sempre às 8:00 e 16:00 horas.

A partir de 120 até 240 dias após a semeadura, foram realizadas medições mensais de altura e diâmetro de colo, usando, respectivamente, régua milimetrada e paquímetro digital.

Aos 150 dias após a semeadura foi realizada a alternância dos tubetes nas bandejas, de maneira que apenas 50% das células ficaram preenchidas com tubetes. Aos 180 dias, período em que foi realizada a terceira medição de altura e diâmetro de colo,

as mudas foram adubadas, com N-P-K (20-05-20), na dosagem de 0,33 g/planta. O adubo foi diluído em água e aplicado, com uso de seringa, aproximadamente 5 ml da solução em cada tubete.

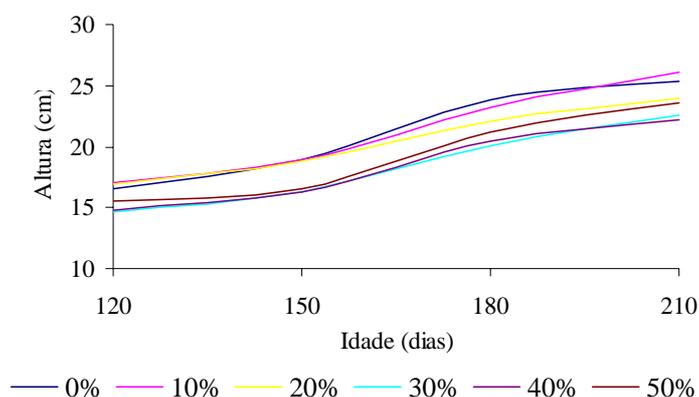
Para cada espécie, após a quarta medição (maio de 2007) de altura e diâmetro de colo, foram selecionadas, de todos os tratamentos, duas mudas de cada repetição, com dimensões próximas a média de altura e diâmetro para a obtenção do peso seco da parte aérea, radicular e total. O sistema radicular de cada muda selecionada, foi lavado em água corrente e seco à sombra. Em seguida, a parte aérea e o sistema radicular foram acondicionados em sacos de papel e colocados em uma estufa de circulação de ar interna, a 65°C, até atingir peso constante. Após esse procedimento o material foi pesado em balança de precisão, obtendo-se assim o peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.

Os dados de cada variável, de cada uma das espécies, foram testados para verificar a necessidade de transformação dos dados, utilizando os testes de Lillifors e de Crochann e Barlett. Constatou não haver necessidade de transformar os dados, e em seguida realizou-se a análise de variância ao nível de 5% de significância, utilizando o software SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

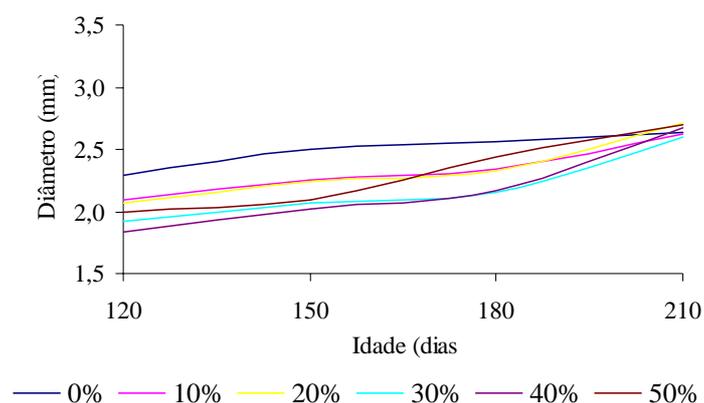
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1 *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (angico vermelho)

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados, respectivamente, as curvas de crescimento em altura e diâmetro de colo, das mudas de *Anadenanthera macrocarpa* em diferentes idades. Observa-se que, ao longo do tempo, não houve um crescimento padrão das mudas, em função, principalmente da porcentagem de zeólita no substrato.



**Figura 1:** Altura das mudas de angico vermelho em diferentes idades, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita.



**Figura 2:** Diâmetro das mudas de angico vermelho em diferentes idades, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita.

Nos Anexos 1A e 1B, são apresentados os quadros do resumo do quadrado médio da análise da variância das variáveis de crescimento das mudas de angico vermelho. Constatou-se que não houve diferenças significativas de crescimento das mudas produzidas nos substratos com diferentes proporções de zeólita.

Na Tabela 3 são apresentados os valores de altura e diâmetro aos 150 e 210 dias e na Tabela 4 os valores médios de peso de matéria seca das mudas aos 210 dias após a semeadura.

**Tabela 3:** Valores de altura e diâmetro de colo aos 150 e 210 dias de mudas de angico vermelho, produzidas em diferentes substratos.

Trat*	----- 150 dias após a semeadura -----		----- 210 dias após a semeadura -----	
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
1	18,98	2,50	25,3	2,63
2	18,91	2,26	26,1	2,63
3	18,77	2,24	24,0	2,71
4	16,31	2,07	22,6	2,60
5	16,25	2,02	22,2	2,68
6	16,59	2,09	23,6	2,70

\* Respectivamente 0, 10, 20, 30, 40 e 50% de zeólita na composição do substrato.

**Tabela 4:** Peso seco aéreo, radicular e total das mudas de angico vermelho, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita, aos 210 dias após a semeadura

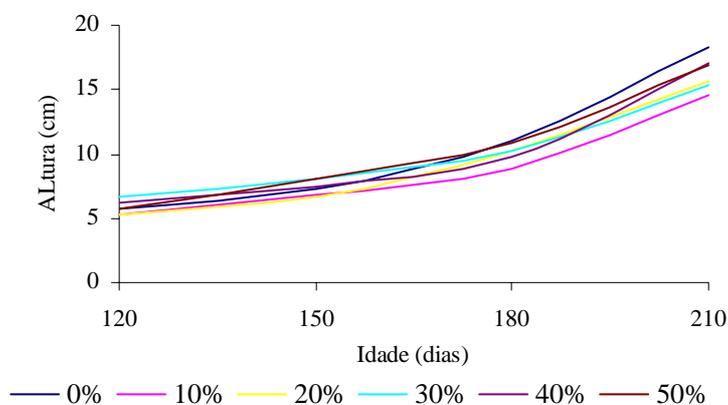
Trat*	-----Peso seco (g/planta) -----		
	Aéreo	Raiz	Total
1	1,11	1,20	2,31
2	0,98	1,60	2,58
3	1,18	1,59	2,77
4	1,15	1,64	2,79
5	1,25	1,67	2,92
6	1,21	1,45	2,66

\* Respectivamente 0, 10, 20, 30, 40 e 50% de zeólita na composição do substrato.

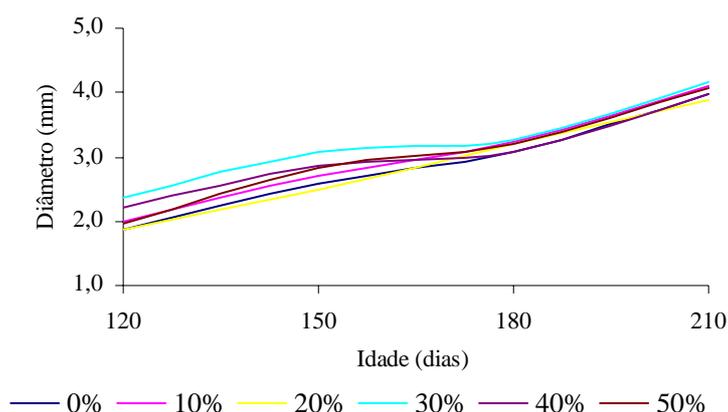
GRUGIKI (2007), testando substratos semelhantes, para produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urograndis*, constatou que, para *Eucalyptus camaldulensis*, nos substratos com diferentes proporções de zeólita. Para todas as variáveis houve diferenças significativas de crescimento das mudas produzidas nos diferentes substratos. O modelo raiz quadrática foi o de melhor ajuste, sendo que a proporção de zeólita, em torno de 20%, foi o substrato com proporções de zeólita que proporcionou o melhor crescimento das mudas. O autor, também constatou que as mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas no substrato com 20% de zeólita, foram as que apresentaram melhores resultados de crescimento. Ao ajustar os modelos de regressão, o autor verificou que o modelo de melhor ajuste foi o cúbico, que é difícil de ser explicado biologicamente. Este trabalho também testou zeólita misturada com substrato industrial em diferentes proporções, em volume e constatou que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a as variáveis de crescimento, para ambas as espécies. O autor concluiu que ao usar substrato industrial, a zeólita não teve influência no crescimento das mudas das duas espécies.

#### 4.2 *Toona ciliata* M. Roem. (Cedro-australiano)

Nas figuras 3 e 4 são apresentados, respectivamente, o crescimento em altura e diâmetro de colo, das mudas de cedro australiano em diferentes idades.



**Figura 3:** Altura das mudas de cedro australiano em diferentes idades, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita.



**Figura 4:** Diâmetro das mudas de cedro australiano em diferentes idades, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita.

Os tratamentos com zeólita apresentaram desenvolvimento em altura inferior à testemunha. Dentre os tratamentos com proporções de zeólita, o substrato com 20% do mineral foi o que obteve o melhor crescimento em altura e o substrato com 10% apresentou o menor valor para a variável.

Para a variável diâmetro, o tratamento com 20% e 30% de zeólita foram os que apresentaram, respectivamente, o maior valor e o menor valor de diâmetro, no entanto, os valores foram muito similares, apresentando uma amplitude muito baixa.

Constata-se pelas Figuras 3 e 4, que não houve um comportamento tendencioso com o aumento da proporção de zeólita.

Nos Anexos 2A e 2B são apresentados os quadros do resumo da análise de variância das variáveis de crescimento das mudas de cedro australiano. Não houve diferença significativa entre o crescimento das mudas produzidas nos substratos com diferentes proporções de zeólita.

A tabela 5 mostra os valores de altura e diâmetro aos 150 e 210 dias. Os valores médios de peso de matéria seca das mudas aos 210 dias após a semeadura são apresentados na tabela 6.

**Tabela 5:** Valores de altura e diâmetro aos 150 e 210 dias de mudas de cedro australiano, produzidas em diferentes substratos

Trat*	----- 150 dias após a semeadura -----		----- 210 dias após a semeadura -----	
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
1	7,2	2,58	18,3	3,99
2	6,8	2,70	14,6	4,09
3	6,6	2,49	15,7	3,89
4	8,0	3,08	15,4	4,15
5	7,5	2,85	17,0	3,98
6	8,1	2,84	16,9	4,08

\* Respectivamente 0, 10, 20, 30, 40 e 50% de zeólita na composição do substrato.

**Tabela 6:** Peso seco aéreo, radicular e total das mudas de cedro australiano, produzidas em substratos com diferentes proporções de zeólita, aos 210 dias após a semeadura.

Trat*	-----Peso seco (g/planta) -----		
	Aéreo	Raiz	Total
1	0,99	2,22	3,23
2	1,13	2,06	3,20
3	0,92	2,14	3,06
4	0,99	2,08	3,07
5	0,68	1,96	2,64
6	0,88	1,63	2,51

\* Respectivamente 0, 10, 20, 30, 40 e 50% de zeólita na composição do substrato.

## 5. CONCLUSÃO

Para as condições em que foi realizado o trabalho, a zeólita que foi utilizada, como componente de substrato, não favoreceu o crescimento das mudas de *Anadenanthera macrocarpa* e *Toona cillata*.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BYGRAVE, F.L. & BYGRAVE, P.L. **Growing Australian Red Cedar and Other Meliaceae Species in Plantation.** Canberra: RIRDC, 2005. 69p. Disponível em: <[www.rirc.gov.au/eshop](http://www.rirc.gov.au/eshop)>. Acesso em: 08 ago 2006.

CANAL CIÊNCIA. Pesquisadores desenvolvem novas aplicações tecnológicas para minerais usados como fertilizantes e corretores de solos. Disponível em <<http://www.canalciencia.ibict.br>>. Acesso em: 05 set. 2007.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba, FUPEF, 1995. 250p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Colombo, PR : Embrapa Florestas, 2003. 1039p.

CEDRO AUSTRALIANO. Disponível em <<http://www.sementesquality.com.br/cedro.html>>. Acesso em: 21 jul 2006.

CUNHA, A.M.; CUNHA, G.de M.; SARMENTO, R.de A.; CUNHA, G. de M.; AMARAL, J.F.T do. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acácia sp* **Revista árvore**, v.30, n.2, p.207-214, mar. 2006.

FONSECA, F.A. **Produção de mudas de *Acácia mangium* Wild. E *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de**

**resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas.** 2005. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ..

GRUGIKI, M. A. Uso de zeolita na composição de substratos para a produção de mudas de eucalipto. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural, 2007, 23 p.

HAHN, C.M.; OLIVEIRA, C.; AMARAL, E.M.; RODRIGUES, M.S.; SOARES, P.V. **Recuperação florestal: da semente à muda.** São Paulo, SP: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, 2006. 144p

LACERDA, M.R.B.; PASSOS, M.A.A.; RODRIGUES, J.J.V.; BARRETO, L.P. Características Físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista árvore.** v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Vol. 1 Nova Odessa: Editora Platarum, 2002.

LUNA, F. J., SCHUCHARDT, U., Modificação de zeólitas para uso em catálise. **Química Nova**, v.24, n.6, p. 885-892, 2001.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARQUEZ E. Características físico-químicas de las zeólitas naturales como medio filtrante-XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental-Asociación Brasileira de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2000.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal ; fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral.** Viçosa : UFV, 2005. 451p.

NEGREIROS, J.R.S. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**, v. 51, n. 294, p. 243-343, 2004.

PAIVA. P. R. P.; MONTE, M. B. M.; BARROS, F. S.; AMORIM, H. D. Teores de Nitrato em Alface Cultivada em Substratos com Zeólitas. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo – Sustentabilidade e Qualidade Ambiental, Recife, 2005 a.

PAIVA. P. R. P.; MONTE, M. B. M.; BARROS, F. S.; AMORIM, H. D. Teores de Clorofila , Nitrogênio, Fósforo e Potássio e Produção de Matéria Seca pelo Limoeiro Cravo Cultivado em Substrato com Zeólitas. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo – Sustentabilidade e Qualidade Ambiental, Recife, 2005 b.

PINHEIRO, A.L.; LANI, J.L.; COUTO, L. **Cedro-australiano:** cultivo e utilização. Viçosa: NEPUT. 2003. 42p.

RADIOBRÁS. Reserva de zeólita do Maranhão pode tirar o mineral da lista de importância nacional. Disponível em

<[http://www.radiobras.gov.br/ct/1999/materia\\_170999\\_7.htm](http://www.radiobras.gov.br/ct/1999/materia_170999_7.htm)>. Acesso em: 05 set. 2007.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 301p., 2001.

TOMÉ JÚNIOR., J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo**. Editora Guaíba: Agropecuária, 247p., 1997.

WENDLING, I.; FERRAI, M.P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo : Embrapa Florestas, 2002. 48p.

## 7. ANEXOS

ANEXO 1A: Quadrado médio da análise de variância das variáveis altura e diâmetro das mudas de angico vermelho, aos 150 e 210 dias após a semeadura

FV	GL	Altura 150 dias	Diâmetro 150 dias	Altura 210 dias	Diâmetro 210 dias
Substrato	5	7,5504 <sup>ns</sup>	0,1250 <sup>ns</sup>	9,1301 <sup>ns</sup>	0,8954 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	8,5149 <sup>ns</sup>	0,3964 <sup>ns</sup>	18,9835 <sup>ns</sup>	0,6992 <sup>ns</sup>
CV%		16,55	9,06	18,18	9,72

GL= grau de liberdade

ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

ANEXO 1B: Quadrado médio da análise de variância das variáveis peso seco aéreo, radicular e total das mudas de angico vermelho, 210 dias após a semeadura.

FV	GL	Peso seco aéreo	Peso seco raiz	Peso seco total
Substrato	5	0,3664 <sup>ns</sup>	0,1223 <sup>ns</sup>	0,1758 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,1643 <sup>ns</sup>	0,4388 <sup>ns</sup>	1,0270 <sup>ns</sup>
CV%		35,33	43,42	37,91

GL= grau de liberdade

ns = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F

ANEXO 2A: Quadrado médio da análise de variância das variáveis altura e diâmetro das mudas de cedro australiano, aos 150 e 210 dias após a semeadura.

FV	GL	Altura 150 dias	Diâmetro 150 dias	Altura 210 dias	Diâmetro 210 dias
Substrato	5	1,5365 <sup>ns</sup>	0,1802 <sup>ns</sup>	6,4263 <sup>ns</sup>	0,3528 <sup>ns</sup>
Resíduo	17	3,8628 <sup>ns</sup>	0,2324 <sup>ns</sup>	7,4203 <sup>ns</sup>	0,2808 <sup>ns</sup>
CV%		26,62	17,49	16,78	13,15

GL= grau de liberdade

ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

ANEXO 2B: Quadrado médio da análise de variância das variáveis peso seco aéreo, radicular e total das mudas de cedro australiano, 210 dias após a semeadura.

FV	GL	Peso seco aéreo	Peso seco raiz	Peso seco total
Substrato	5	0,9295 <sup>ns</sup>	0,1728 <sup>ns</sup>	0,3619 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,1238 <sup>ns</sup>	0,5029 <sup>ns</sup>	1,0187 <sup>ns</sup>
CV%		37,66	35,17	34,18

GL= grau de liberdade

ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.