

## CRESCIMENTO INICIAL DE *Eucalyptus tereticornis* EM PLANTIOS PURO E CONSORCIADO COM *Mimosa caesalpiniiifolia* E *Mimosa pilulifera*, EM CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ<sup>1</sup>

Ernando Balbinot<sup>2</sup>, José Geraldo de Araújo Carneiro<sup>3</sup>, Deborah Guerra Baroso<sup>3</sup> e Herval Martinho Ferreira Paes<sup>4</sup>

**RESUMO** – Este trabalho objetivou avaliar o crescimento inicial de *Eucalyptus tereticornis*, em plantios puro e consorciado com *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Mimosa pilulifera*, e seus efeitos sobre as características químicas do solo, em Campos dos Goytacazes, RJ. Foram avaliadas, ao longo de 30 meses, a sobrevivência, a altura, o diâmetro da base e o DAP. A caracterização do solo, nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, foi realizada aos seis e 30 meses. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e 14 plantas úteis por parcela. O plantio de *E. tereticornis* consorciado com *M. caesalpiniiifolia* apresentou, aos 30 meses, sobrevivência superior (87%) e melhor desempenho em crescimento dendrométrico. Nos plantios consorciados, o teor de C do solo mostrou menores valores, na profundidade de 5-10 cm. Os teores de P e Ca e saturação de bases (%) do solo decresceram, enquanto os valores de pH, N, Na, Al e H+Al aumentaram em todos os sistemas de plantio. No plantio puro e no consórcio com *M. caesalpiniiifolia*, os teores de K foram menores na profundidade de 0-5 cm. O consórcio entre *E. tereticornis* e *M. caesalpiniiifolia* causou redução da CTC efetiva, da soma de bases e do teor de Mg.

Palavras-chave: Reflorestamento, Consórcio de espécies e Nutrientes do solo.

### **INITIAL GROWTH OF *Eucalyptus tereticornis* IN PURE AND MIXED *Mimosa caesalpiniiifolia*-*Mimosa pilulifera* STANDS OUTPLANTED IN A LOW FERTILE SOIL IN CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ**

**ABSTRACT** – The objective of this work was to evaluate the initial growth of outplanted *Eucalyptus tereticornis* in pure and mixed *Mimosa caesalpiniiifolia*-*Mimosa pilulifera* stands and their effects on soil characteristics in Campos dos Goytacazes-RJ. Survival rates, height, ground level diameter and diameter at breast height were evaluated over 30 months. Soil characterization at 0-5 and 5-10 cm depths was carried out at 6 and 30 months after outplantings. The experiment was set up in a randomized block design with 4 replications, with 14 measurable plants per plot. Thirty months after outplantings, the mixed *E. tereticornis*-*M. caesalpiniiifolia* stand showed higher survival (87%) and better performance for dendrometric measurements. In the mixed outplantings, the soil C content was lower at the 5-10 cm depth. Contents of P, Ca and base saturation (%) were lower, while pH, N, Na, Al and H+Al showed higher values in all the outplanting systems. In pure and mixed with *Mimosa caesalpiniiifolia* outplantings, K contents were lower at the 0-5 cm depth. Mixed *E. tereticornis*-*M. caesalpiniiifolia* outplantings caused reduction in effective CTC (Exchangeable Cation Capacity), sum of bases and Mg content.

Keywords: Reforestation, Mixed outplantings and Soil nutrients.

<sup>1</sup> Recebido em 23.01.2008 e aceito para publicação em 14.10.2009.

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus Colorado do Oeste - Brasil. E-mail: <ernando.balbinot@ifro.edu.br>.

<sup>3</sup> Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil. E-mail: <carneiro@uenf.br> e <deborah@uenf.br>.

<sup>4</sup> Laboratório de Engenharia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil. E-mail: <herval@uenf.br>.

## 1. INTRODUÇÃO

Um grande desafio é evitar impactos ambientais, conservando-se as florestas nativas, e atender à demanda crescente por seus produtos. A madeira é importante fonte renovável de energia. O manejo adequado das florestas e o seu uso racional podem promover a oferta de energia de qualidade, evitando-se impactos ambientais provocados pela utilização de outras fontes não renováveis (GATTO et al., 2005).

As necessidades para o reflorestamento com espécies de uso múltiplo, em monocultivo ou em sistemas consorciados, são muitas e variam com o ambiente e condições socioeconômicas de cada região (MIRANDA e VALENTIM, 2000).

Em Campos dos Goytacazes, RJ, a demanda energética proveniente da madeira é alta, principalmente pelo setor ceramista que utiliza lenha para seus fornos, transportando madeira do Sul do Estado da Bahia. O elevado valor desse transporte torna o reflorestamento atividade necessária para a minimização de custos, aproveitamento de terras de baixa fertilidade, subutilizadas, abandonadas ou degradadas, bastante frequentes na região. O reflorestamento é alternativa para as regiões que necessitem de energia para atividades econômicas, proporcionando geração de emprego, aumento de renda e preservação do meio ambiente, diminuindo ou evitando a exploração de matas nativas.

As espécies de *Eucalyptus* são de rápido crescimento, muito plásticas, aclimatando-se facilmente em sítios diversos. Segundo Alvarado et al. (2003), o *Eucalyptus tereticornis* pode alcançar 30,0 a 45,0 m de altura e de 1,0 a 2,0 m de diâmetro. Desenvolve-se melhor em solos profundos, bem drenados, neutros ou ligeiramente ácidos, aclimatando-se, principalmente, onde a precipitação anual é de 800 a 1.500 mm, com a temperatura média das máximas entre 22 e 32 °C e altitude até 1.000 m, podendo ser encontrada em maiores altitudes.

A madeira de *E. tereticornis* é excelente para lenha e carvão, tendo poder calorífico próximo de 5.280 kcal kg<sup>-1</sup>, com densidade básica variando de 0,57 a 1,10 g cm<sup>-3</sup>. É utilizada para diversos fins, como serraria, estruturas, construções, postes, mourões, lenha, carvão e papel (PEREIRA et al., 2000; ALVARADO et al., 2003).

A produtividade constatada em áreas experimentais, no Brasil, tem variado entre 16 e 64 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (PEREIRA et al., 2000; OLIVEIRA et al., 1999; DRUMOND et al.,

1998; SILVA et al., 1992). Em plantios com 12 a 30 meses, a altura variou de 4,5 a 5,6 m e o DAP, entre 4,0 e 6,0 cm (MENDONÇA et al., 2008b; COUTINHO et al., 2004; DRUMOND et al., 1998). Povoamentos entre seis e 12 anos apresentaram altura entre 10,8 e 27,3 m e DAP de 9,8 a 25,3 cm (PEREIRA et al., 2000; OLIVEIRA et al., 1999; SILVA et al., 1992).

Novas tecnologias para melhorar a qualidade de madeira, o incremento das florestas e a conservação dos recursos naturais têm levado à avaliação de povoamentos consorciados de espécies do gênero *Eucalyptus* com leguminosas arbóreas.

A conservação do ecossistema de florestas plantadas está relacionada a espécies eficientes no uso e na ciclagem de nutrientes, cujo manejo possibilita a conservação de resíduos de colheita e mínimas intervenções antrópicas (SANTANA et al., 2002).

Leguminosas arbóreas produzem elevada quantidade de serapilheira, permitindo a formação de um reservatório de material orgânico e de nutrientes (RODRIGUES et al., 2003), para a manutenção da fertilidade do solo e autossustentabilidade dos ecossistemas (GISLER, 1995).

O consórcio de *E. grandis* com *Pseudosamanea guachapele* aos 5 anos resultou em maior produtividade de madeira e aumento na eficiência de utilização de nutrientes (BALIEIRO, 1999) e de *E. globulus* com *Acacia mearnsii* aos 6,5 anos proporcionou maior altura e DAP, em relação ao plantio puro do eucalipto (BAUHUS et al., 2000).

O efeito do consórcio sobre o crescimento é mais bem evidenciado após alguns anos, como observado por Balieiro et al. (2004), em plantio de *E. grandis* com *P. guachapele*. Aos sete anos, o consórcio mostrou maior incremento em diâmetro. Também Forrester et al. (2004) constataram, em plantio de *E. globulus*, que, depois de 2 anos, as plantas apresentaram maior altura e, aos 4 anos, maior diâmetro, quando consorciado com *A. mearnsii*.

Espera-se, assim, que espécies leguminosas arbóreas plantadas em consórcio com *Eucalyptus* sp. possam contribuir, positivamente, para o crescimento e produtividade dos povoamentos, sem causar mortalidade de plantas e, em médio e longo prazos, melhorar as condições do solo, visando à sustentabilidade dos sistemas de produção.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a aclimação e o crescimento inicial de *Eucalyptus tereticornis* em plantios puro e consorciado com *Mimosa caesalpinifolia* e *Mimosa pilulifera* e seus efeitos sobre as características químicas de um solo de baixa fertilidade, em Campos dos Goytacazes, RJ.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado com *Eucalyptus tereticornis* e duas leguminosas arbóreas, *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá) e *Mimosa pilulifera* (bracatinga-de-arapoti). As sementes de *E. tereticornis* foram adquiridas no Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF (Piracicaba-SP), as de *M. caesalpinifolia* com a coleta em matrizes selecionadas, com idade entre 3 e 4 anos, na região Norte fluminense (Macaé-RJ) e as de *M. pilulifera*, fornecidas pela Embrapa (CNPQ), em Colombo (PR).

As sementes de *M. caesalpinifolia* e *M. pilulifera* foram submetidas à superação da dormência, pela imersão em água à temperatura inicial de 85-90 °C, por 30 min, e inoculadas com estirpes específicas de rizóbio (BR3451 para *M. caesalpinifolia* e BR3454 para *M. pilulifera*) fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia – EMBRAPA (Seropédica, RJ).

A semeadura foi realizada em casa de vegetação da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em dezembro de 2004. O substrato comercial utilizado (Floresta 1 da Mecprec) foi constituído de casca decomposta de pinus (83%) e vermiculita expandida (17%), enriquecido com N-P-K na formulação 104-159-151 g m<sup>-3</sup>, com pH 4,5-5,5. As mudas de *E. tereticornis* e de *M. pilulifera* foram produzidas em tubetes de polipropileno rígido T53/6 e as de *M. caesalpinifolia*, em tubetes T115. “Utilizaram-se tubetes com maior volume para *M. caesalpinifolia* em função de maior produção e crescimento de raízes, observado em ensaios preliminares”. Todas as irrigações fornecidas foram de forma uniforme e em quantidade necessária para provocar percolação da água pelo substrato. Nos primeiros 30 dias, correspondentes à fase de enraizamento, as mudas foram irrigadas duas vezes ao dia, de manhã e ao final da tarde. Após essa fase, foi realizado o raleamento, deixando-se em cada tubete apenas a muda mais vigorosa. As mudas foram transferidas para aclimação, em casa de sombra (sombrite 50%), onde permaneceu por 40 dias, período em que receberam uma irrigação diária, ao final da tarde. Nos últimos 20

dias, as mudas foram colocadas a pleno sol para rustificação, e a frequência de irrigação voltou a ser de duas vezes ao dia. Nesse período, as mudas receberam complemento nutricional por meio de duas irrigações semanais, com solução nutritiva de Bolles-Jonnes modificada (LELES et al., 2000). No término da fase de produção das mudas, foram medidos, aleatoriamente, o diâmetro do colo e a altura de 300 mudas de cada espécie.

No campo, o experimento foi implantado em março de 2005, em um NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico Gleissólico, de baixa fertilidade, com textura franco-argilo-arenosa, na Estação Experimental da PESAGRO-RIO em Campos dos Goytacazes, RJ, localizada a 21° 45' de latitude sul e 41° 18' de longitude oeste, com altitude de 11,0 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é considerado tropical úmido (Aw), com inverno seco e verão chuvoso.

A área utilizada para o plantio foi previamente submetida ao preparo do solo, por meio de quatro gradagens consecutivas, utilizando-se grade-aradora na profundidade de, aproximadamente, 20,0 cm. Nessa ocasião, iniciaram-se o monitoramento visual e a prevenção de ataque de formigas-cortadeiras, por meio da aplicação e substituição periódica de iscas com inseticida granulado. Os porta-iscas foram distribuídos na área do experimento e numa margem de 10,0 m, no entorno da área experimental. Após um ano de implantação, a aplicação foi suspensa, permanecendo apenas as observações visuais periódicas.

O plantio foi realizado em sulcos, a 20,0 cm de profundidade, em espaçamento de 2,0 x 2,0 m, com aplicação de 100 g de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (4-14-8%) em cada muda. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se *E. tereticornis* em três sistemas de plantio (puro e consorciado com *M. caesalpinifolia* e *M. pilulifera*). A alocação das três parcelas de cada bloco foi aleatória, realizada por sorteio. Cada parcela foi composta por 36 plantas, no plantio puro e 54 plantas, no plantio consorciado, resultando em 14 plantas úteis. As parcelas consorciadas foram plantadas em linhas alternadas.

Logo após o plantio, e numa frequência de duas vezes semanais, alterada de acordo com a precipitação, as mudas foram irrigadas distribuindo-se aproximadamente 3 L de água por planta a cada irrigação, sendo suspensa após três meses. Para

eliminação de plantas indesejáveis, foram realizados coroamentos no primeiro, terceiro, sexto e oitavo meses após o plantio. A limpeza de toda a área experimental foi realizada aos dois e aos quatro meses, sendo a primeira capina mecânica, com grade-niveladora; e a segunda, por meio de capina manual. Aos 12 meses, foi realizada a última limpeza com roçada manual em toda a área.

A caracterização química do solo foi realizada individualmente, em cada parcela experimental, aos seis e 30 meses após o plantio. A primeira coleta do solo não foi realizada antes do preparo da área por ser um local submetido a constantes práticas de manejo do solo. Em função da diferença de área entre parcelas, foram coletadas oito subamostras nos plantios puros e 10 subamostras nos plantios consorciados. As profundidades de coleta foram 0-5 e 5-10 cm. As subamostras foram coletadas fora da projeção da copa das plantas, entre as linhas de plantio. A caracterização granulométrica foi determinada em amostras de 0-10 cm de profundidade, obtidas pela homogeneização das amostras de 0-5 e 5-10 cm. Adotou-se esse procedimento em função das práticas de revolvimento do solo realizadas anteriormente.

Foram determinados: o teor de N pelo método de Kjeldahl, os teores de P, K e Na extraíveis pelo método de Mehlich<sup>1</sup> e, Ca, Mg e Al trocáveis por KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. Os valores de acidez potencial (H+Al), pH (em água), matéria orgânica, S (soma de bases), t (CTC efetiva) e V (saturação por bases) foram obtidos segundo metodologia descrita pela Em-brapa (1997), assim como, a composição granulométrica pelo método da pipeta. Para determinação da classe textural foi utilizado o diagrama triangular (Atterberg)".

As plantas foram avaliadas quanto à sobrevivência (S%) a 1, 3, 12, 21 e 30 meses. Foram consideradas mortas as falhas e plantas secas. A altura (H) e o diâmetro da base a 5,0 cm do nível do solo (DB) foram avaliados trimestralmente até os 30 meses. O diâmetro à altura do peito (DAP) foi medido a cada três meses, a partir dos 12 meses.

Devido ao comportamento vegetativo cespitoso, as espécies leguminosas foram podadas aos 12 meses, mantendo-se até seis hastes por planta e eliminando-se todos os galhos finos até, aproximadamente, 40% da altura total das hastes. Em *M. caesalpiniiifolia*, a poda foi realizada, novamente, aos 24 meses, devido ao rebrotamento das

hastes, aumentando-se para aproximadamente 60% a altura total. O material podado foi distribuído entre as linhas de plantio.

Para analisar o efeito dos tratamentos sobre os teores de nutrientes no solo, foi realizada a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Para a S%, H e DB, ao longo do tempo foi efetuada a análise de variância das parcelas subdivididas no tempo. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). O comportamento do crescimento em H, DB e DAP, ao longo do tempo, foi analisado por regressão sequencial.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho das mudas de espécies florestais pode variar em função do tipo e tamanho do recipiente e do substrato utilizados (FREITAS et al., 2005; SAMOR et al., 2002; BARROSO et al., 2000), além do manejo da irrigação, fertilização e luminosidade. Segundo Mafia et al. (2005), o acúmulo de biomassa radicular ao longo do tempo é uma boa variável para determinar a idade ótima de mudas para plantio. Considerando a limitação de volume do substrato explorável em tubete T53/6 e analisando, ainda, a altura de mudas, a idade de plantio de clones de eucalipto pode variar de 80 a 100 dias.

Os critérios para classificação e seleção de mudas também podem ser alterados em função do sítio e do sistema de plantio. Em eucalipto, as empresas florestais adotam parâmetros que podem variar entre 15,0 e 30,0 cm de altura e acima de 2,0 mm de diâmetro do colo (GOMES e PAIVA, 2004).

As médias do diâmetro do colo e altura de mudas de *E. tereticornis*, por ocasião do plantio, foram de 1,92 mm e 15,47 cm, respectivamente, estando próximas ao limite inferior recomendado. As mudas de *M. pilulifera* apresentaram diâmetro médio de 1,01 mm e altura média de 12,86 cm e as de *M. caesalpiniiifolia*, diâmetro médio de 2,77 mm e altura média de 23,60 cm. De acordo com Mafia et al. (2005), não existe método que permite determinar a idade ótima de expedição das mudas para plantio, sendo normalmente utilizados valores empíricos.

No período do experimento, entre março de 2005 e setembro de 2007 a média das temperaturas mínimas foi de 19 °C e a média das máximas, 28 °C, com média

**Tabela 1** – Sobrevivência (%) de *E. tereticornis* em plantios puro (E) e consorciado com *M. caesalpinifolia* (E+MC) e *M. pilulifera* (E+MP), em Campos dos Goytacazes, RJ.**Table 1** – *E. tereticornis* survival (%), in pure (E) and mixed *M. caesalpinifolia* (E+MC) and *M. pilulifera* (E+MP) plantings in Campos dos Goytacazes-RJ.

Sistema	Idade (meses)				
	1	3	12	21	30
E	98,3 a A	98,3 a A	87,8 a AB	75,0 b B	75,0 b B
E+MC	98,3 a A	96,5 a A	91,3 a A	87,8 a A	87,8 a A
E+MP	98,3 a A	98,3 a A	91,3 a AB	79,0 b B	79,0 b B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). CV (%) = 5,01.

anual de 25 °C. A precipitação média anual foi de 1.099 mm, com máxima mensal de 430,1 mm em janeiro de 2007 e mínima de 4,4 mm em agosto de 2007.

Os resultados da sobrevivência de *E. tereticornis* estão apresentados na Tabela 1.

Aos três meses, a sobrevivência foi superior a 95%, independentemente do sistema de plantio. Até 12 meses não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas. Contudo, a partir desse período a sobrevivência do *E. tereticornis* plantado em consórcio com *M. caesalpinifolia* foi significativamente maior.

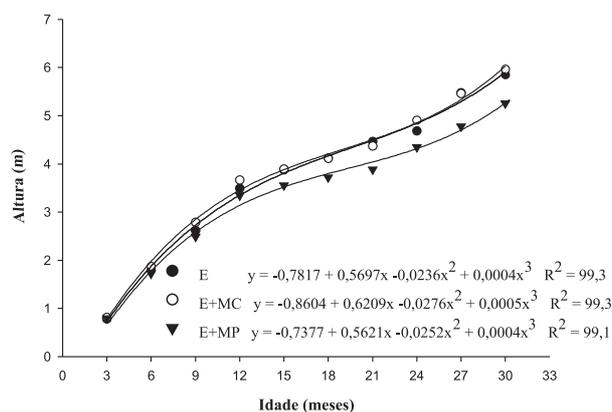
Ao longo do experimento, as plantas de *E. tereticornis*, independentemente do sistema de plantio, começaram a apresentar desuniformidade no crescimento e seca lenta e gradual, elevando a mortalidade. Essa constatação foi atribuída à má qualidade genética do lote de sementes, hipótese reforçada pela observação de grande número de plantas que apresentaram bifurcações e tortuosidade dos fustes.

Para efeito de apreciação, a espécie em consórcio *M. caesalpinifolia* apresentou sobrevivência média de 85,6% durante todo o período de 30 meses. A espécie *M. pilulifera* mostrou sobrevivência média de 86,5% até os 12 meses, caindo para 78,8% (21 meses) e 30,5% (30 meses). Relatos na literatura sobre a influência de outras espécies na sobrevivência de *E. tereticornis* em plantios consorciados são escassos e apenas para áreas degradadas. Assim, Mendonça et al. (2008b) não constataram influência de *M. caesalpinifolia* na sobrevivência de *E. tereticornis* em área degradada pela extração de argila.

Quanto ao plantio puro, a sobrevivência aos 12 meses foi 10,5% inferior ao resultado encontrado por Coutinho et al. (2004). Comparando com os resultados obtidos por Drumond et al. (1998) com *E. tereticornis*, a sobrevivência, neste trabalho, foi 12,2% (12 meses) e 8,2% (30 meses) inferior.

De 14 procedências dessa espécie aos 5 anos de idade, 11 apresentaram sobrevivência acima de 90% (SILVA et al., 2007). Outras duas procedências mostraram sobrevivência de 90%, aos 16 meses, similar ao encontrado neste estudo (DRUMOND et al., 2003).

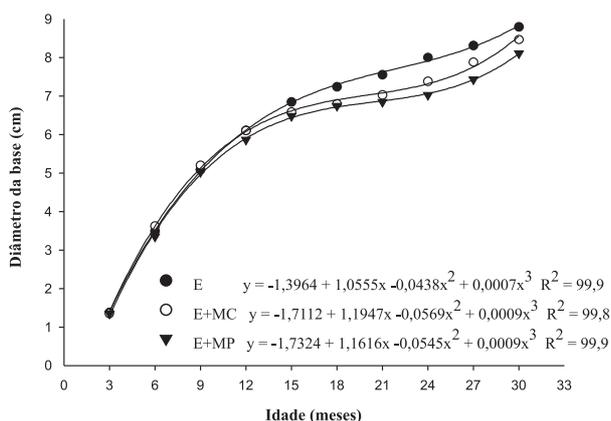
O crescimento em altura, ao longo do período de 30 meses, pode ser visualizado na Figura 1. Observaram-se, ao longo do tempo, três fases diferentes de incremento

**Figura 1** – Altura (m) de *E. tereticornis* em plantios puro (E) e consorciado com *M. caesalpinifolia* (E+MC) e *M. pilulifera* (E+MP), em Campos dos Goytacazes, RJ.**Figure 1** – *E. tereticornis* height (m) in pure (E) and mixed *M. caesalpinifolia* (E+MC)-*M. pilulifera* (E+MP) plantings in Campos dos Goytacazes-RJ.

em altura. O crescimento foi acelerado até 12 meses após o plantio, seguido de um período de nove meses com menor incremento e retornando ao crescimento mais acelerado nos últimos nove meses. A partir de 15 meses, o sistema de consórcio com *M. pilulifera* apresentou menor altura em relação aos demais sistemas de plantio.

O comportamento diferenciado do crescimento, observado na Figura 1, pode ter sido influenciado pelas condições climáticas ocorridas ao longo do período. A segunda fase de crescimento coincidiu com um período seco, em que, entre fevereiro e outubro de 2006, a precipitação foi de 449 mm, enquanto a evapotranspiração foi de 1.050 mm. O déficit hídrico repetiu-se no ano seguinte, em menor intensidade, entretanto o sistema radicular das plantas provavelmente estava mais bem desenvolvido, e o ritmo de crescimento não foi alterado.

Em estudos realizados por Mendonça (2008b) com *E. tereticornis*, o monocultivo apresentou, aos 24 meses, altura de 5,40 m e o plantio consorciado com *M. caesalpinifolia*, 6,12 m. Os resultados foram, respectivamente, 16 e 25% superiores aos encontrados neste trabalho. Duas procedências de *E. tereticornis* apresentaram, aos 16 meses, altura de 3,86 e 3,44 m (DRUMOND et al., 2003), sendo similar na primeira e inferior na segunda, em comparação aos resultados aqui observados.



**Figura 2** – Diâmetro da base (cm) de *E. tereticornis* em plantios puro (E) e consorciado com *M. caesalpinifolia* (E+MC) e *M. pilulifera* (E+MP), em Campos dos Goytacazes, RJ.

**Figure 2** – *E. tereticornis* ground level (cm) in pure (E) and mixed *M. caesalpinifolia* (E+MC)-*M. pilulifera* (E+MP) plantings in Campos dos Goytacazes-RJ.

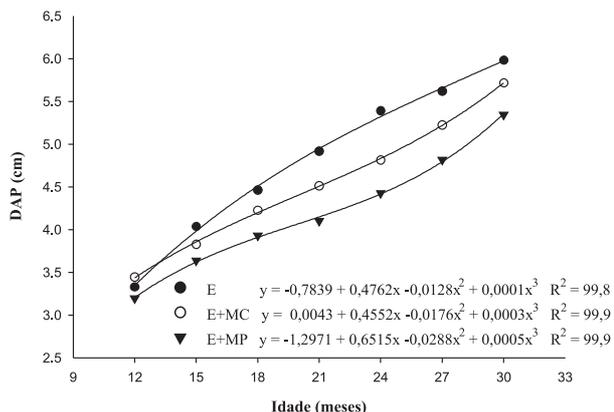
Aos 30 meses, a altura, em outro sítio, foi 4,5% inferior (DRUMOND et al., 1998), em comparação com a obtida neste trabalho.

O crescimento do diâmetro da base ao longo do período encontra-se ilustrado na Figura 2, em que se observa comportamento similar ao encontrado para altura, com três fases de incremento. Na fase mais crítica de déficit hídrico, os plantios consorciados apresentaram maior desaceleração no crescimento, indicando maior competição entre plantas.

Observou-se significativa superioridade do plantio puro, dos 18 aos 24 meses. Aos 30 meses, o consórcio com *M. pilulifera* mostrou o diâmetro da base significativamente inferior, em relação aos demais plantios. Os resultados encontrados neste trabalho (7,38 cm) foram semelhantes aos constatados por Mendonça et al. (2008b) em plantio consorciados de *E. tereticornis* com *M. caesalpinifolia*, aos 24 meses.

Na Figura 3, pode-se observar o desenvolvimento do DAP ao longo do período. Os resultados revelam a mesma tendência verificada para altura e diâmetro da base.

Após 12 meses, observou-se que o plantio puro de *E. tereticornis* apresentou, significativamente, os maiores valores de DAP e o consórcio com *M. pilulifera*,



**Figura 3** – DAP (cm) de *E. tereticornis* em plantios puro (E) e consorciado com *M. caesalpinifolia* (E+MC) e *M. pilulifera* (E+MP), em Campos dos Goytacazes, RJ.

**Figure 3** – *E. tereticornis* BHD (cm) in pure (E) and mixed *M. caesalpinifolia* (E+MC)-*M. pilulifera* (E+MP) plantings in Campos dos Goytacazes-RJ.

os menores. O sistema de consórcio com *M. caesalpinifolia*, no entanto, apresentou valores intermediários.

Diversas espécies de *Eucalyptus* apresentaram, aos 12 meses, valores de DAP 20% superiores aos encontrados neste trabalho. Contudo, aos 30 meses os resultados foram equivalentes para o plantio em monocultivo (DRUMOND et al., 1998).

Resultados inferiores ao deste trabalho foram constatados em avaliação de introdução de duas procedências de *E. tereticornis*, em clima tropical muito quente, em sítio de precipitação média anual de 500 mm. Aos 16 meses, as procedências apresentaram 3,22 e 2,71 cm de DAP (DRUMOND et al., 2003), sendo 25,5% e 49% inferiores, respectivamente. Aos 52 meses, os valores foram 17% e 27% inferiores, em comparação com os deste estudo, aos 30 meses.

Trabalhos realizados com *E. tereticornis* apresentaram, aos 24 meses, DAP de 4,51 cm no plantio puro, sendo 19,5% inferior ao observado neste estudo. Contudo, no plantio consorciado com *M. caesalpinifolia* os resultados superaram em 9% os aqui apresentados (MENDONÇA et al., 2008b).

Embora o efeito dos povoamentos florestais sobre o solo comece a ser evidenciado alguns anos após a sua implantação, os sistemas de plantio puro de *E. tereticornis* e consorciado com leguminosas arbóreas proporcionaram alterações em algumas das características químicas dos horizontes superficiais do solo (Tabela 2). Os tratamentos em que não se constataram diferenças entre as duas profundidades foram representados pelas suas médias.

Observou-se queda significativa no teor de C, na profundidade de 5-10 cm, nos dois sistemas de plantio consorciados. Esse comportamento do C pode estar relacionado à composição do material depositado sobre o solo, pois, segundo Gama-Rodrigues et al. (1999), uma serapilheira de mais fácil decomposição resulta em menor acúmulo de C no solo, quando comparada à outra, mais resistente a agentes decompositores, como a serapilheira resultante do plantio puro de eucalipto.

Constatou-se aumento significativo de N, nos plantios puro e consorciado com *M. caesalpinifolia*, independentemente da profundidade. No plantio consorciado com *M. pilulifera*, os valores, embora

iguais aos do consórcio com *M. caesalpinifolia*, não foram significativamente maiores em razão do alto valor do coeficiente de variação. O aumento do teor de N pode ser atribuído, em parte, à matéria orgânica produzida pela serapilheira e, eventualmente, pela própria vegetação espontânea, além da lixiviação pelas folhas, ramos e troncos, pela ação da chuva, exsudação e decomposição de raízes.

Os teores de matéria orgânica e N-total são importantes ao processo de mineralização de nutrientes no solo. Quanto maior o potencial produtivo de biomassa do ecossistema, maior o aporte de matéria orgânica e, conseqüentemente, maior a quantidade de N (GONÇALVES et al., 2001). Neste estudo, os níveis tomados aos seis meses, de N e C, no solo foram baixos e, dada a dificuldade de decomposição da serapilheira devido à carência de chuva, a sua contribuição para a elevação dos níveis de matéria orgânica provavelmente foi baixa.

Os valores de pH aumentaram significativamente em todos os sistemas de plantio e profundidades. Em plantios puro e consorciado com *M. caesalpinifolia*, Mendonça et al. (2008a) constataram, aos 24 meses, aumento do pH na profundidade de 0-20 cm, atribuindo o fato a possíveis ânions orgânicos presentes na serapilheira.

Baixos valores de pH podem prejudicar o crescimento das plantas, em decorrência do excesso de  $H^+$  na solução do solo (SANSONOWICZ e SMITH, 1995), e interferir na disponibilidade de alguns nutrientes no solo em razão, principalmente, dos baixos teores de C constatados. Em todos os sistemas de plantio, independentemente da profundidade, houve redução significativa no teor de P. Esse comportamento foi devido aos baixos níveis encontrados nas análises feitas aos seis meses. Espécies florestais, principalmente as de rápido crescimento, apresentam maior taxa de absorção e retenção de nutrientes na fase juvenil, o que pode explicar a redução dos níveis de P no solo.

Na profundidade de 0-5 cm, no plantio puro de *E. tereticornis* e no consórcio com *M. caesalpinifolia*, o K mostrou menores valores, provavelmente pela absorção e retenção pela cultura. Contudo, a lixiviação pode explicar, eventualmente, o aumento constatado do teor desse nutriente na camada de 5-10 cm, e a baixa concentração de C, dificultando sua retenção, pode ter facilitado a lixiviação para uma camada mais profunda.

**Tabela 2** – Características químicas do solo em plantios puro de *E. tereticornis* (E) e consorciado com *M. caesalpiniiifolia* (E+MC) e *M. pilulifera* (E+MP), em Campos dos Goytacazes, RJ.

**Table 2** – Soil characteristics in outplanting of *E. tereticornis* in pure (E) and mixed *M. caesalpiniiifolia* (E+MC)-*M. pilulifera* (E+MP) plantings in Campos dos Goytacazes-RJ.

Sistema de Plantio	Característica	Profundidade (cm)	Época (meses)		CV (%)
			6	30	
E	C (%)	0-10 <sup>ns</sup>	1,03	1,01	4,83
E+MC	C (%)	0-5 <sup>ns</sup>	0,99	1,01	4,99
E+MC	C (%)	5-10 <sup>*</sup>	1,03	0,93	4,99
E+MP	C (%)	0-5 <sup>ns</sup>	1,05	0,99	6,82
E+MP	C (%)	5-10 <sup>*</sup>	1,04	0,92	6,82
E	N (%)	0-10 <sup>*</sup>	0,11	0,13	6,12
E+MC	N (%)	0-10 <sup>*</sup>	0,10	0,12	6,54
E+MP	N (%)	0-10 <sup>ns</sup>	0,10	0,12	15,22
E	pH (H <sub>2</sub> O)	0-10 <sup>*</sup>	4,42	5,35	4,68
E+MC	pH (H <sub>2</sub> O)	0-10 <sup>*</sup>	4,48	5,35	3,27
E+MP	pH (H <sub>2</sub> O)	0-10 <sup>*</sup>	4,58	5,50	2,53
E	P (mg dm <sup>-3</sup> )	0-5 <sup>*</sup>	6,200	3,500	16,70
E	P (mg dm <sup>-3</sup> )	5-10 <sup>*</sup>	4,825	3,500	
E+MC	P (mg dm <sup>-3</sup> )	0-5 <sup>*</sup>	6,388	3,250	8,95
E+MC	P (mg dm <sup>-3</sup> )	5-10 <sup>*</sup>	4,675	3,250	
E+MP	P (mg dm <sup>-3</sup> )	0-5 <sup>*</sup>	5,975	3,250	6,02
E+MP	P (mg dm <sup>-3</sup> )	5-10 <sup>*</sup>	4,375	3,000	
E	K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-5 <sup>*</sup>	0,158	0,118	7,98
E	K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5-10 <sup>*</sup>	0,080	0,103	
E+MC	K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-5 <sup>*</sup>	0,193	0,123	17,05
E+MC	K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5-10 <sup>ns</sup>	0,085	0,098	17,06
E+MP	K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>ns</sup>	0,111	0,116	24,86
E	Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	1,470	1,000	17,56
E+MC	Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-5 <sup>*</sup>	1,370	0,825	9,06
E+MC	Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5-10 <sup>*</sup>	1,705	0,875	
E+MP	Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-5 <sup>ns</sup>	1,505	1,150	15,82
E+MP	Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5-10 <sup>*</sup>	1,660	1,150	15,82
E	Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>ns</sup>	0,935	0,888	11,80
E+MC	Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-5 <sup>ns</sup>	0,845	0,825	5,62
E+MC	Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5-10 <sup>*</sup>	1,005	0,825	5,62
E+MP	Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>ns</sup>	1,024	0,963	16,19
E	Na (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	0,028	0,070	11,84
E+MC	Na (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	0,024	0,066	15,93
E+MP	Na (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	0,025	0,067	17,89
E	H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	3,406	4,838	9,20
E+MC	H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	2,149	4,925	9,47
E+MP	H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	2,403	4,463	8,74
E	Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	0,505	0,725	12,09
E+MC	Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	0,444	0,800	12,80
E+MP	Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	0,353	0,475	16,51
E	SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>ns</sup>	2,554	2,068	13,31
E+MC	SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>*</sup>	2,879	1,838	20,15
E+MP	SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>ns</sup>	2,773	2,295	24,18
E	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>ns</sup>	3,059	2,793	10,95
E+MC	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-5 <sup>ns</sup>	3,100	2,640	11,78
E+MC	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5-10 <sup>*</sup>	3,460	2,635	
E+MP	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0-10 <sup>ns</sup>	3,261	2,758	16,62

Continua ...  
Continued ...

Tabela 2 – Cont.  
Table 2 – Cont.

E	V (%)	0-10 *	43,07	29,88	16,48
E+MC	V (%)	0-5 <sup>ns</sup>	44,44	34,86	22,09
E+MC	V (%)	5-10 *	47,69	32,31	
E+MP	V (%)	0-10 *	45,35	33,13	15,86

(\*) Significativo e (<sup>ns</sup>) não significativo, pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). CV: coeficiente de variação; MO: matéria orgânica; SB: soma de bases; CTC: capacidade efetiva de troca de cátions; V: saturação por bases.

Mendonça et al. (2008a) também constataram redução do K no solo para quatro espécies de *Eucalyptus*, em plantios puro e consorciado com *M. caesalpiniiifolia*.

Menores teores de Ca foram observados em todos os sistemas de plantio, exceto na profundidade de 0-5 cm, no sistema consorciado com *M. pilulifera*. Quanto ao Mg, houve redução significativa apenas no consórcio com *M. caesalpiniiifolia*, na profundidade de 5-10 cm. Da mesma forma que em P e K, esses nutrientes podem ter sido absorvidos e retidos na biomassa da cultura. Quanto ao Na, porém, constatou-se aumento significativo em todos os sistemas de plantio e profundidades.

A acidez potencial também apresentou aumento significativo em todos os sistemas de plantio, influenciada pelo aumento do teor de Al. Devido ao aumento também do pH, dificilmente ocorreu acidez trocável, podendo não haver efeito negativo severo sobre o crescimento das plantas, visto que a maioria das espécies florestais apresenta tolerância a altos níveis de acidez. O Al trocável, importante componente da acidez potencial dos solos, exerce efeitos tóxicos sobre o crescimento dos vegetais, reduzindo a absorção e translocação de P, Ca e Mg na planta e, conseqüentemente, a produtividade (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A redução dos níveis de algumas bases trocáveis, principalmente Ca e K, causaram tendência de redução na soma de bases, sendo confirmada no sistema de plantio de *E. tereticornis* em consórcio com *M. caesalpiniiifolia*, nas duas profundidades.

A CTC efetiva também apresentou tendência de redução em todos os tratamentos, mas foi significativa apenas no consórcio com *M. caesalpiniiifolia*. Os valores extremamente baixos refletem a baixa concentração de C e, conseqüentemente, a baixa retenção de nutrientes. Quanto à saturação por bases, os valores que já eram baixos, devido aos baixos teores dos cátions, sofreram redução em todos os sistemas de plantio. No consórcio com *M. caesalpiniiifolia*, porém, a redução não foi significativa na profundidade de 0-5 cm. Esse comportamento pode

ter sido consequência, principalmente, da redução dos teores de Ca e K e dos baixos níveis de C, responsáveis pela retenção desses cátions.

#### 4. CONCLUSÕES

No plantio puro de *E. tereticornis* e no consórcio com *M. pilulifera*, a porcentagem de sobrevivência foi menor, aos 30 meses, em relação ao plantio consorciado com *M. caesalpiniiifolia*.

O plantio consorciado entre *E. tereticornis* e *M. pilulifera* apresentou menor altura de plantas, menor DAP e menor diâmetro da base, aos 30 meses.

O teor de C do solo diminuiu nos sistemas de plantio consorciados, na profundidade de 5-10 cm. Os valores de pH, N, Na e Al e acidez potencial elevaram-se em todos os sistemas de plantio, ao contrário dos teores de P e Ca e saturação por bases. Os teores de K, na profundidade de 0-5 cm, foram menores no plantio puro e no consórcio com *M. caesalpiniiifolia*. O sistema de consórcio entre *E. tereticornis* e *M. caesalpiniiifolia* causou redução da CTC efetiva, da soma de bases e do teor de Mg, na profundidade de 5-10 cm.

#### 5. REFERENCIAS

ALVARADO, C. R.; ALVARADO, C. A.; MENDOZA, O. O. *Eucalyptus tereticornis* Sm: Part II-Species Descriptions. **Tropical Tree Seed Manual**. 2003. p.470-472. Disponível em: <<http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726>> Acesso em: 16 de ago. de 2006.

BALIEIRO, F. C. **Nutrientes na água de chuva e na biomassa da parte aérea de plantios puros e mistos de *Acacia mangium* Willd., *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden**. 1999. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1999.

- BALIEIRO, F. C. et al. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.6, p.597-601, 2004.
- BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S. 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, 2000.
- BAUHUS, J.; KHANNA, P. K.; MENDEN, N. Aboveground and belowground interactions in mixed plantations of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Canadian Journal of Forest Research**, v.30, n.12, p.1886-1894, 2000.
- COUTINHO, J. L. B. et al. Avaliação do comportamento de espécies de *Eucalyptus* spp. na zona da mata pernambucana. I: Resultados do primeiro ano - 2001. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.771-775, 2004.
- DRUMOND, M. A.; LIMA, P. C. F.; SANTOS, R. A. V. Comportamento de algumas espécies/procedências de *Eucalyptus* no município de Lagoa Grande-PE. **Brasil Florestal**, n.78, p.75-80, 2003.
- DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; CARVALHO, O. M. Comportamento silvicultural de espécies e procedências de *Eucalyptus* na região dos tabuleiros costeiros do estado de Sergipe. **Revista Árvore**, v.22, n.1, p.137-142, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p. (Documentos, 1)
- FORRESTER, D. I.; BAUHUS, J.; KHANNA, P. K. Growth dynamics in a mixed-species plantation of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Forest Ecology and Management**, v.193, n.1-2, p.81-95, 2004.
- FREITAS, T. A. S. et al. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.853-861, 2005.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; MENDONÇA, E. S. Alterações edáficas sob plantios puros e mistos de espécies florestais nativas do sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 23, p. 581-592, 1999.
- GATTO, D. A. et al. Produção madeireira na região da quarta colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.15, n.2, p.177-189, 2005.
- GISLER, C. V. T. **O uso da serapilheira na recomposição vegetal em áreas mineradas de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 1995. 147f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 1995.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais – propagação sexuada**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 116p.
- GONÇALVES, J. L. M.; MENDES, K. C. F. S.; SASAKI, C. M. Mineralização de nitrogênio em ecossistemas florestais naturais e implantados do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.3, p.601-616, 2001.
- LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.13-20, 2000.
- MAFIA, R. G. et al. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.947-953, 2005.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. Atributos edáficos de cavas de extração de argila após cultivos puros e consorciados de *Eucalyptus* spp. e *Mimosa caesalpinifolia* Benth (Sabiá) e quantificação da poda de sabiá. **Revista Floresta**, v.38, n.3, p.431-443, 2008a.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. Desempenho de quatro espécies de *Eucalyptus* spp. em plantios puros e consorciados com sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) em cava de extração de argila. **Revista Árvore**, v.32, n.3, p.395-405, 2008b.

MIRANDA, E. M.; VALENTIM, J. F. Desempenho de doze espécies arbóreas nativas e introduzidas com potencial de uso múltiplo, no Estado do Acre, Brasil. **Acta Amazônica**, v.30, n.3, p.471-480, 2000.

OLIVEIRA, J. T. S. et al. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: 1- Avaliações dendrométricas das árvores. **Scientia Forestalis**, n.56, p.113-124, 1999.

PEREIRA, J. C. D. et al. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113p. (Documentos, 38)

RODRIGUES, L. A.; MARTINS, M. A.; SALOMÃO, M. S. B. Uso de micorrizas e rizóbio em cultivo consorciado de eucalipto e sesbânia. I Crescimento, absorção e transferência de nutriente entre plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.4, p.583-591, 2003.

SAMOR, O. J. M. et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v.26, n.2, p.209-215, 2002.

SANSONOWICZ, C., SMYTH, T. J. Effects of hydrogen on soybean root growth in a subsurface solution. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.2, p.255-261. 1995.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do Estado de São Paulo. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.447-457, 2002.

SILVA, F. P. et al. Avaliação do desempenho inicial de procedências de *Eucalyptus tereticornis* Smith. no Vale do Rio Doce – MG. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.3, p.270-275, 2007.

SILVA, H. D.; PIRES, I. E.; ARAUJO, F. D. Comportamento silvicultural e aptidão para produção de carvão de cinco espécies de *Eucalyptus*, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.24/25, p.71-78, 1992.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

