



## AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS E MONOCULTIVO

WAGNER J. PEREIRA<sup>1</sup>, EDISON U. RAMOS<sup>2</sup>, CRISTINA M. P. BARBOSA<sup>3</sup>,  
LUCIANA R. GONZÁLEZ<sup>4</sup>

Nº 12306

### RESUMO

Em sistemas agroflorestais (SAFs) a avaliação do componente florestal é importante para a tomada de decisão do espaçamento de plantio, pois possui relação com o volume e a qualidade da madeira e, conseqüentemente, com as receitas futuras. Este trabalho avaliou o desenvolvimento de eucalipto em monocultivo (espaçamento 3 m x 2 m) e em sistemas agroflorestais com os espaçamentos de cultivo: SSP I (fileira única – 12 m x 1 m); SSP II (fileiras duplas – 2 m x 2 m x 12 m). Foram instaladas parcelas retangulares de inventário contínuo com 216 m<sup>2</sup> de área para cada tratamento e avaliou-se o crescimento comparativo entre os tratamentos através do DAP, altura, volume por árvore e volume por hectare de clones de eucalipto (*E. grandis* x *E. urophylla*) aos 12, 16, 20 e 26 meses de idade. Os valores de altura observados aos 26 meses foram de 14,36, 15,04 e 15,97 m para os tratamentos SSP I, SSP II e monocultivo, respectivamente. Os valores de DAP foram de 10,39, 10,42 e 8,85 cm para os tratamentos SSP I, SSP II e monocultivo, respectivamente. O volume por árvore foi de 0,0753, 0,0769 e 0,0598 m<sup>3</sup> para o SSP I, SSP II e monocultivo, respectivamente. Estes resultados indicam o potencial dos SAFs de fileira duplas para produção de madeira com toras de maior diâmetro.

### ABSTRACT

In agroforestry systems (AFS) evaluation of the forestry component is important for decision making planting space because it has relation with the volume and quality of wood and, consequently, future revenues. This study evaluated the development of eucalyptus monoculture (spacing 3 m x 2 m) and agroforestry systems with the spacings of cultivation: SSP I (Single row - 12 m x 1 m), SSP II (double rows - 2 m x 2 m x 12 m). Rectangular plots were installed for continuous inventory with 216 m<sup>2</sup> of area for each treatment and evaluated the comparative growth between treatments by DBH, height, volume and volume per tree per hectare of eucalyptus clones (*E. grandis*

x *E. urophylla* ) at 12, 16, 20 and 26 months of age. The high values observed at 26 months were 14.36, 15.04 and 15.97 m for the treatments SSP I, SSP II and monoculture, respectively. DAP values were 10.39, 10.42 and 8.85 cm for treatments SSP I, SSP II and monoculture, respectively. The volume per tree was 0.0753, 0.0769 and 0.0598 m<sup>3</sup> for the SSP I, SSP II and monoculture, respectively. These results indicate the potential of the double row AFS for the production of wood logs of larger diameter.

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema agrossilvipastoril vem ganhando destaque nos últimos anos devido aos aspectos ambientais, sociais e econômicos que abrange, tornando-se um modelo de produção sustentável. No quesito ambiental, possibilitam a fixação de CO<sub>2</sub>, através da implantação de culturas florestais diminuindo o efeito estufa, além de conservarem o solo e os mananciais. São também capazes de gerar receitas continuamente durante o ciclo de seu desenvolvimento, através da comercialização de culturas agrícolas e animais, tornando-se um empreendimento atraente para produtores rurais, trazendo benefícios sociais através da geração de empregos diretos e indiretos.

Muitos trabalhos têm sido realizados no Brasil com o objetivo de conhecer a interação entre as espécies envolvidas nestes sistemas, afinal, o sucesso do empreendimento depende diretamente desse fator (MONIZ, 1987; ANDRADE et al., 2001; ANDRADE et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2007; CECCON, 2008).

Em plantios de eucalipto, o espaçamento praticado é um dos principais fatores que afeta a formação das florestas, seus tratos culturais, a qualidade da madeira, sua extração e, conseqüentemente, os custos de sua produção (SIMÕES et al., 1976). É, portanto, de grande importância para o desenvolvimento das árvores sob os aspectos tecnológicos, silviculturais e econômicos. O espaçamento pode influenciar várias características quantitativas e qualitativas, interferindo significativamente na morfologia das árvores e no seu crescimento, em particular no diâmetro, independente de suas características genéticas (COELHO et al., 1970; SHIMOYAMA & BARRICHELO, 1989; BOTELHO, 1998). Os espaçamentos mais indicados para o plantio de eucalipto são aqueles que proporcionam uma área útil variando entre 6 e 9 m<sup>2</sup> por planta (3 x 2 m a 3 x 3m).

Para o plantio consorciado com culturas agrícolas recomendam-se os espaçamentos mais abertos entre 12 e 24 m<sup>2</sup> por planta para possibilitar o plantio de culturas agrícolas nas entrelinhas. No entanto, deve-se levar em consideração o uso

final da madeira, a espécie a ser plantada e a fertilidade do solo. Maiores espaçamentos proporcionam maiores crescimentos em diâmetro, porém, deve ser analisado o impacto da interação entre as espécies quanto a produtividade.

Este trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros de crescimento de clones de eucalipto (*E. grandis* x *E. urophylla*) em sistema silvipastoril com espaçamento i) 12 m x 1 m; ii) 2 fileiras com espaçamento de 2 m + 12 m das próximas fileiras duplas e iii) monocultivo de eucalipto (espaçamento 3 m x 2 m).

Foram avaliados os parâmetros: diâmetro à altura do peito (DAP), altura, volume por árvore e volume por hectare no período de 12 a 26 meses de idade das árvores.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) no município de Itapetininga, região Sudoeste Paulista. A área experimental conta com 12 hectares aproximadamente subdivididos em sistema silvipastoril e monocultivo de eucalipto. O plantio da área foi realizado em abril de 2010, e a primeira avaliação de crescimento foi realizada com um ano de idade.

### TRATAMENTOS

Os seguintes tratamentos foram avaliados:

Monocultivo de eucalipto: plantio tradicional de eucalipto em espaçamento 3 m x 2 m contendo 1.667 árvores por hectare;

Sistema silvipastoril com fileira única (SSP I): espaçamento 12 m x 1 m contendo 834 árvores por hectare;

Sistema silvipastoril com fileiras duplas (SSP II): espaçamento 2 m x 2 m x 12 m, contendo 714 árvores por hectare.

### MEDIÇÕES DENDROMÉTRICAS

As medições dendrométricas foram realizadas utilizando-se um clinômetro digital para medição da altura e uma fita métrica para medir a circunferência à altura do peito (CAP). Foram avaliados o DAP, altura, volume médio por árvore e volume médio por hectare de cada tratamento.



Para calcular o diâmetro à altura do peito, foi utilizada a seguinte expressão (Couto, et al., 1989):

$$\text{DAP} = \text{CAP}/\pi$$

O volume médio das árvores de cada tratamento foi obtido admitindo-se que as árvores se assemelham a um cilindro, sendo então utilizada a seguinte expressão (Couto, et al., 1989):

$$V = \pi/4 \times (\text{DAP})^2 \times h \times \text{FF}$$

Onde:

V = volume médio das árvores (m<sup>3</sup>); DAP = diâmetro médio das árvores; h= altura média das árvores; FF = fator de forma

O fator de forma utilizado foi 0,55 segundo a Fíbria para este clone e região.

Neste trabalho as medições dendrométricas foram realizadas periodicamente entre 4 e 6 meses, durante o período de formação da floresta (dois primeiros anos de idade) por ser o período de crescimento mais expressivo com a finalidade de observar o crescimento nas diferentes estações do ano.

#### INSTALAÇÃO DAS PARCELAS DE INVENTÁRIO

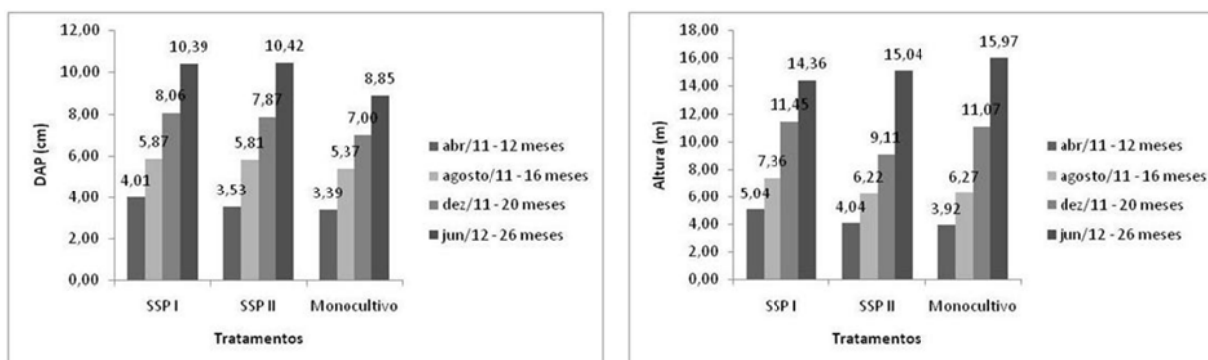
Foram instaladas 5 parcelas de inventário nos diferentes sistemas de cultivo, sendo o tamanho das parcelas entre 216 a 224 m<sup>2</sup> de acordo com o espaçamento de plantio. As parcelas foram retangulares e distribuídas pela área considerando que se tenha ao menos uma parcela por quadrante.

O delineamento da parcela do monocultivo de eucalipto foram de 6 linhas x 6 plantas, representando área de 216 m<sup>2</sup>; para o SSP I foram 2 linhas x 9 plantas, representando área de 216 m<sup>2</sup> e para o SSP II, 2 linhas x 8 plantas, representando área de 224 m<sup>2</sup>.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO DAS ÁRVORES: DAP E ALTURA

O DAP médio e a altura média por árvore é apresentado na Figura 1.



**FIGURA 1.** DAP médio e altura média/árvore para os diferentes sistemas de cultivo

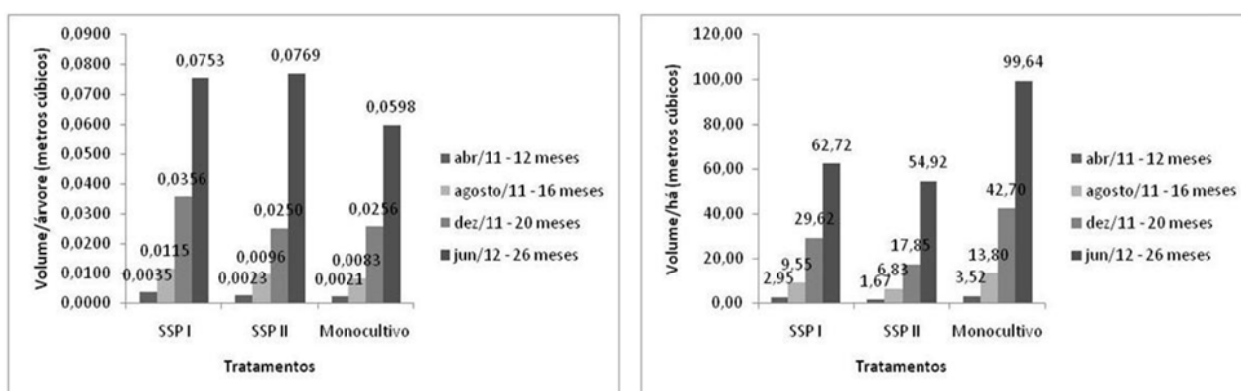
O DAP médio por árvore para o mês de abril (12 meses de idade) foi superior para o SSP I (4,01 cm), seguido pelo SSP II (3,53 cm) e pelo monocultivo (3,39 m), apesar de apresentarem valores muito próximos. Esse mesmo padrão se manteve para o mês de agosto, com 16 meses de idade, cujos valores médios de DAP foram 5,87, 5,81 e 5,37 cm, respectivamente e dezembro, (20 meses de idade) – 8,06, 7,87 e 7,00 cm, respectivamente. Aos 26 meses (junho de 2012) o SSP II apresentou DAP superior (10,42 cm), ao SSP I (10,39 cm) seguido pelo monocultivo (8,85 cm).

Com relação à altura, o mesmo padrão do DAP foi mantido, ou seja, o SSP I foi superior aos demais apresentando altura média de 5,04 m para o mês de abril (12 meses de idade), enquanto o SSP II e o monocultivo apresentaram alturas médias de 4,04 m e 3,92 m, respectivamente (Figura 3). Acredita-se que a estiagem possa ser a explicação do crescimento mais elevado em altura do SSP I neste período por este apresentar um espaçamento mais adensado (12 m x 1 m) em relação aos outros tratamentos. Sendo assim, as plantas alongam o caule em busca da sobrevivência buscando luz. No entanto, para o mês de agosto (16 meses de idade) apesar do SSP I continuar superior aos demais tratamentos (7,36 m) houve inversão entre o SSP II (6,22 m) e o monocultivo de eucalipto (6,27 m), ou seja, o monocultivo de eucalipto foi levemente superior que o SSP II, ao contrário do que ocorreu aos 12 meses de idade. No mês de dezembro (20 meses de idade) a altura foi mais próxima entre o SSP I (11,45 m) e o monocultivo (11,07 m), enquanto o SSP II teve altura média de 9,11 m. Essa disposição se alterou para o período seguinte (26 meses de idade), pois a altura superior foi apresentada pelo monocultivo de eucalipto com 15,97 m, seguida pelo SSP II (15,04 m) e pelo SSP I (14,36 m).

Verifica-se que o espaçamento 12 m x 1 m cresceu mais rapidamente em altura que o 2 m x 2 m x 12 m e o 3 m x 2 m nas idades de 12, 16 e 20 meses, sendo superado, aos 26 meses pelo 3 m x 2 m.

## AValiação DE Crescimento DAS Árvores: VOLUME POR Árvore E VOLUME POR HECTARE

O volume médio por árvore foi preliminarmente determinado aos 12 meses de idade para dos diferentes tratamentos. O SSP I apresentou o maior volume médio por árvore para o mês de abril com 12 meses de idade, seguido pelo SSP II e monocultivo de eucalipto ( $0,0035 \text{ m}^3$ ;  $0,0023 \text{ m}^3$  e  $0,0021 \text{ m}^3$ , respectivamente), mantendo esse mesmo padrão para o mês de agosto com 16 meses de idade como pode ser observado na Figura 2.



**FIGURA 2.** Volume médio/árvore e volume médio por hectare para os diferentes sistemas de cultivo

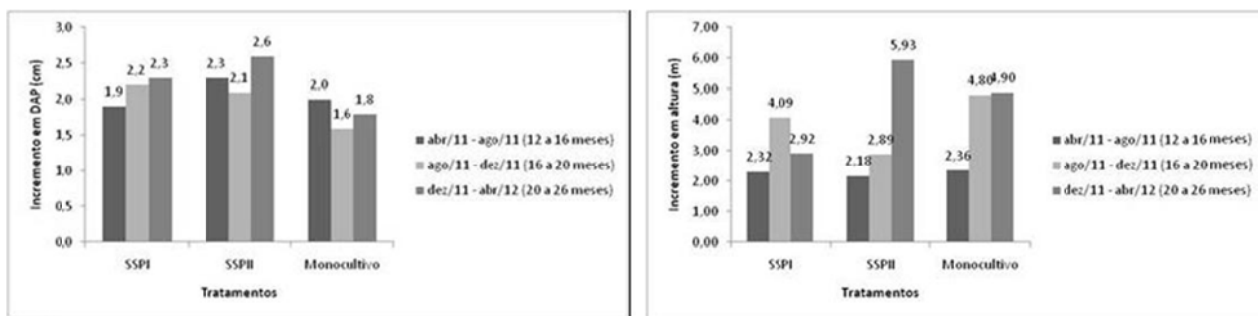
O volume por árvore para esse período foram, portanto de,  $0,0115 \text{ m}^3$  para o SSP I,  $0,0096 \text{ m}^3$  para o SSP II e  $0,0083 \text{ m}^3$  para o monocultivo. Aos 20 meses de idade, o SSP I continuou apresentando o maior volume por árvore ( $0,0356 \text{ m}^3$ ), mas o monocultivo de eucalipto superou o SSP II ( $0,0256 \text{ m}^3$  e  $0,0250 \text{ m}^3$ , respectivamente). Finalmente, aos 26 meses o SSP II apresentou o maior volume por árvore ( $0,0769 \text{ m}^3$ ) seguido pelo SSP I ( $0,0753 \text{ m}^3$ ) e monocultivo ( $0,0598 \text{ m}^3$ ). O maior volume por árvore aos 26 meses de idade foi obtido pelo SSP II por este tratamento ter apresentado o maior DAP para esse mesmo período (10,42 cm) o mesmo se justifica para o SSP I (10,39 cm) e, por último o monocultivo (8,85 cm).

Como era de se esperar o tratamento que apresentou o maior volume por hectare foi o monocultivo de eucalipto com  $3,52 \text{ m}^3$ ,  $13,8 \text{ m}^3$ ,  $42,70 \text{ m}^3$  e  $99,64 \text{ m}^3$  aos 12, 16, 20 e 26 meses de idade, respectivamente em decorrência do maior número de árvores (1.667) presentes na área (Figura 2). O SSP I apresentou os seguintes valores para o volume por hectare:  $2,95 \text{ m}^3$ ,  $9,55 \text{ m}^3$ ,  $29,62 \text{ m}^3$ ,  $62,72 \text{ m}^3$  aos 12, 16, 20 e 26

meses de idade, enquanto o SSP II, 1,67 m<sup>3</sup>, 6,83 m<sup>3</sup>, 17,85 m<sup>3</sup> e 54,92 m<sup>3</sup> para as mesmas idades. O SSP I possui 833 árvores por hectare e o SSP II, 714.

## INCREMENTO EM DAP E ALTURA

O incremento em DAP pode ser observado na Figura 3.



**FIGURA 3.** Incremento em DAP e altura para os diferentes sistemas de cultivo

Dos 12 aos 16 meses de idade o SSP II apresentou o maior incremento em DAP (2,3 cm), seguido pelo monocultivo (2,0 cm) e pelo SSP I (1,9 cm). Dos 16 aos 20 meses de idade, o DAP foi praticamente o mesmo entre o SSP I (2,2 cm) e o SSP II (2,1 cm) diferindo do monocultivo (1,6 cm). Observa-se que para esse período o incremento foi menor para o SSP II e para o monocultivo em relação ao período anterior o que não ocorreu para o SSP I que apresentou incremento superior em relação ao período anterior. Para o período de 20 a 26 meses, o SSP II teve incremento de 2,6 cm, seguido pelo SSP I, com 2,3 cm e pelo monocultivo, 1,8 cm. Para o SSP I e SSP II o incremento mais elevado ocorreu no período de 20 a 26 meses de idade (2,3 e 2,6 cm, respectivamente), enquanto que para o monocultivo o incremento mais elevado ocorreu no período de 12 a 16 meses de idade.

O incremento em altura pode ser observado na Figura 3. O monocultivo apresentou o maior incremento em altura dos 12 aos 16 meses de idade (2,36 cm), seguido pelo SSP I (2,32 cm) e pelo SSP II (2,18 cm).

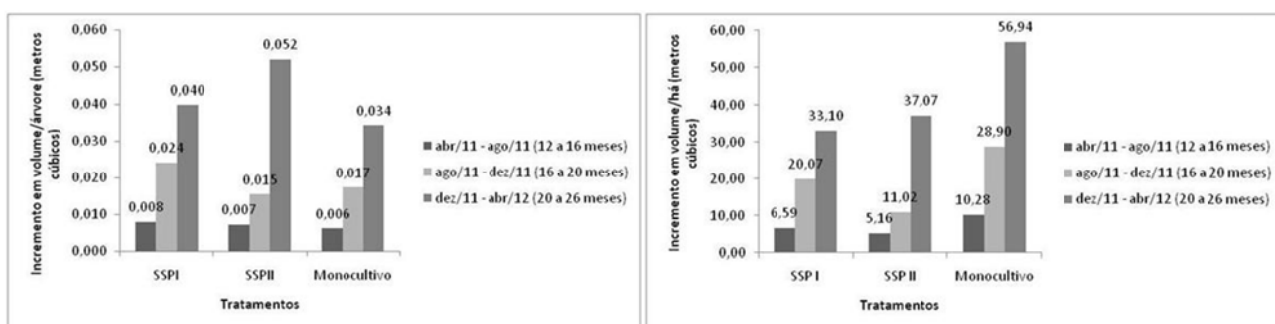
O mesmo padrão foi mantido dos 16 aos 20 meses de idade, ou seja, o monocultivo apresentou o incremento em altura mais elevado (4,80 cm), seguido pelo SSP I (4,09 cm) e pelo SSP II (2,89 cm). No entanto, para o período de 20 a 26 meses de idade o SSP II apresentou incremento de 5,93 cm, pouco superior ao monocultivo (4,90 cm) e muito superior ao SSP I (2,92 cm). Observa-se que o SSP II e o monocultivo tiveram incrementos crescentes para os diferentes períodos avaliados,



enquanto o SSP I o incremento foi crescente para os períodos de 12 a 16 meses e 16 e 20 meses, mas inferior no período de 20 a 26 meses.

#### INCREMENTO EM VOLUME POR ÁRVORE E VOLUME POR HECTARE

Para todos os tratamentos o volume por árvore foi crescente em todos os períodos avaliados (Figura 4).



**FIGURA 4.** Incremento em volume por hectare e volume por hectare para os diferentes sistemas de cultivo

Para os períodos de 12 a 16 e 16 a 20 meses de idade, o SSP I apresentou volume por árvore superior aos demais tratamentos (0,008 e 0,024 m<sup>3</sup> contra 0,007 e 0,015 m<sup>3</sup> do SSP I e 0,006 e 0,0017 m<sup>3</sup> do monocultivo). No entanto, no período de 20 a 26 meses o SSP II superou os demais tratamentos apresentando incremento de 0,052 m<sup>3</sup>, contra 0,040 m<sup>3</sup> do SSP I e 0,034 m<sup>3</sup> do monocultivo. O fato do SSP II apresentar volume por árvore superior aos demais explica-se por este possuir DAP superior.

O incremento em volume por hectare para os tratamentos estudados foi superior para o monocultivo que apresenta maior número de árvores na área (1.667) como discutido no item 3.4, porém, apesar do SSP II possuir menor número de árvores por área (714) que o SSP II (834), este obteve maior incremento em volume por hectare (Figura 4).

#### 4 CONCLUSÃO

Este estudo indicou que o padrão de crescimento de clones de eucalipto (*E. grandis* x *E. urophylla*) cultivados em diferentes espaçamentos alterou-se no período de 14 meses com árvores de idade entre 1 a 2 anos e dois meses. O espaçamento agrossilvipastoril de fileiras duplas tem se demonstrado promissor até o momento





estudado por apresentar DAP, altura e volume por árvore superior aos demais. Também neste espaçamento ocorreu maior incremento em DAP, altura e volume por árvore. Esse espaçamento poderá ser praticado quando se desejar comercializar a madeira para serraria, cujo valor é muito atraente, podendo superar em valor monetário os espaçamentos 12 m x 1 m e 3 m x 2 m.

## AGRADECIMENTOS

PIBIC-CNPQ- Pela concessão da bolsa

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G.; SOUZA, A. L. **Fatores limitantes ao crescimento do capim Tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto , na região dos Cerrados de Minas Gerais.** R. Bras. Zootec., v.30 , n 4, p. 1178-1185. 2001.

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G.; SOUZA, A. L. **Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril.** R. Bras. Zootec., v. 32, n.6, p. 1845-1850. 2003.

BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, p. 381-405, 1998.

CECCON, E. **Produção de bioenergia em pequenas propriedades: um experimento de dois anos utilizando *Eucalyptus urophylla* consorciado com arroz e feijão em Minas Gerais, Brasil.** New Forests (2008) 35:285–298. 2008.

COELHO, A. S. R.; MELLO, H. A.; SIMÕES, J. M. Comportamento de espécies de eucaliptos face o espaçamento. **IPEF**, Piracicaba, n. 1, p. 29-55, 1970.

COUTO, H. T. Z.; BATISTA, J. L. F.; RODRIGUEZ, L. C. E. Mensuração e Gerenciamento de Pequenas Florestas. Documentos Florestais, Piracicaba (5): 1-37, Nov. 1989.

MONIZ, C. V. D. **Comportamento inicial do eucalipto (*Eucalyptus torelliana* F. Muell), em plantio consorciado com milho (*Zea mays* L.), no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais.** 1987. 48 p. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1987.

OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; SANTOS, I. P. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. **Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv.Marandu Sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 3, p. 748-757, maio/jun., 2007.

SHIMOYAMA, V. R. S.; BARRICHELO, L. E. G. Densidade básica da madeira, melhoramento e manejo florestal. **Série Técnica IPEF**, v. 6, n. 20, p. 1-22, 1989.



SIMÕES, J. W.; BRANDI, R. M.; MALINOVSKY, J. R. Formação de florestas com espécies de rápido crescimento. Brasília: PNUD/FAO/IBDF/BRA, 1976. 74 p. (Série Divulgação, 6).