

Crescimento de *Acacia mearnsii* De Wild e *Eucalyptus globulus* Labill em monocultivos e consórcios com linhas simples e duplas de plantioGrowth of *Acacia mearnsii* De Wild and *Eucalyptus globulus* Labill in monoculture and mixed-plantations with simple lines and double lines of plantingGustavo Martins Soares<sup>1</sup>, Luciana Duque Silva<sup>2</sup>, Antonio Riroyei Higa<sup>2</sup>,  
Augusto Arlindo Simon<sup>3</sup>, Jackson Freitas Brilhante de São José<sup>4</sup>**Resumo**

O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento, em altura (m), DAP (cm) e produção de madeira (m<sup>3</sup>/ha) aos 96 meses de idade após o plantio, das espécies *Acacia mearnsii* De Wild e *Eucalyptus globulus* Labill em monocultivos e consórcios com linhas simples e duplas de plantio, no estado do Rio Grande do Sul – RS. O experimento foi instalado no ano de 2005, em duas fazendas localizadas no município de Piratini – RS, onde foram plantadas as espécies *Eucalyptus globulus* Labill (E) e *Acacia mearnsii* De Wild (A), em monocultivo (100%E e 100%A) e consorciadas em linhas simples (50%E:50%A – LS) e em linhas duplas (50%E:50%A – LD). Para avaliarmos os efeitos dos consórcios no desenvolvimento das espécies, o crescimento foi avaliado anualmente nos meses de outubro entre 2006 e 2013; e no ano de 2014 foi realizada a cubagem pelo método de Smalian. A acácia-negra teve seu crescimento em altura beneficiado pelo consórcio, 13,96 m no 50%E:50%A – LS e 13,56 m no 50%E:50%A – LD, enquanto que na monocultura apresentou uma altura de 13,23 m, já para o eucalipto não foi possível observar vantagens no crescimento em altura, pois os consórcios foram iguais ao monocultivo; o DAP para ambas espécies foi influenciado pelos consórcios, positivamente para a acácia-negra, sendo até 15% superior ao monocultivo, e negativamente para o eucalipto, chegando a ser 17% inferior ao monocultivo, diferenças que são explicadas pelas variações dos espaçamentos proporcionadas ao se manter o arranjo convencional de plantio das espécies nos tratamentos consorciados. A produção de madeira da acácia negra nos consórcios (97,97 m<sup>3</sup>/ha no 50%E:50%A – LS e 90,93 m<sup>3</sup>/ha no 50%E:50%A – LD) foi superior a 50% a da monocultura (136,11 m<sup>3</sup>/ha), o que não ocorreu para o eucalipto. As produções totais dos consórcios foram iguais estatisticamente as das monoculturas.

**Palavras-chave:** Acácia-negra; Eucalipto; Plantios mistos**Abstract**

The objective of this study was to evaluate the development in height (m), DBH (cm) and wood production (m<sup>3</sup>/ha) of *Acacia mearnsii* De Wild and *Eucalyptus globulus* Labill species in monocultures and mixed-plantations with simple and double lines of planting in the state of Rio Grande do Sul – RS. The experiment was installed in 2005, on two farms in municipality of Piratini – RS, where was planted the species *Eucalyptus globulus* Labill (E) and *Acacia mearnsii* De Wild (A), in monoculture and mixed in simple lines (50%E:50%A – LS) and double lines (50%E:50%A – LD). To evaluate the effects of mixed-plantations in the development of the species, the growth was analysed annually in October between 2006 and 2013; and in 2014 was realized the volume evaluation by the Smalian method. The black wattle had their height growth benefited for the mixed-plantations, 13,96 m at 50%E:50%A – LS and 13,56 m at 50%E:50%A – LD, while in monoculture it showed a height of 13.23 m. for eucalyptus was not observed advantages in height growth, because the mixed-plantations were equal to the monoculture; The DBH was influenced by the mixed-plantations for both species, positively to the black wattle, being up to 15% higher than monoculture, and negatively for eucalyptus, reaching 17% less than monoculture differences that are explained by variations in spacing provided to keep the conventional spacing of planting the species in the intercropping treatments. The productivity of black wattle in the mixed-plantations (97,97 m<sup>3</sup>/ha at 50%E:50%A – LS and 90,93 m<sup>3</sup>/ha at 50%E:50%A – LD) was higher than 50% of monoculture, which did not occur for eucalyptus. The total productivity of mixed-plantations were statistically equal the monocultures.

**Keywords:** Black wattle; Eucalyptus; Mixed-plantations

1. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Universidade de São Paulo - USP. Piracicaba / SP, Brasil.  
E-mail: [gustavo.m.soares@usp.br](mailto:gustavo.m.soares@usp.br)

2. Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba / PR, Brasil.

3. TANAGRO S.A. Montenegro, RS, Brasil.

4. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre / RS, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O plantio misto entre espécies fixadoras de Nitrogênio (N) com eucalipto pode favorecer o crescimento e a produtividade dos povoamentos, principalmente devido ao fato de que as espécies da família Fabaceae (Leguminosae) provocam melhorias nos atributos químicos do solo, por meio de uma disponibilização de N ao sistema, pela morte e decomposição de raízes finas e, deposição e decomposição da serapilheira (VEZZANI, 1997; FORRESTER et al., 2006a), e segundo Bouillet et al. (2013) esse tipo de associação pode desenvolver um processo de facilitação envolvendo a fixação do N atmosférico e sua transferência para outras espécies, sendo essa transferência muito rápida e pode alcançar longas distancias (PAULA, et al., 2015). Ainda, os plantios mistos podem oferecer melhorias na estrutura do solo, devido à diferenciação na ocupação do solo, entre os sistemas radiculares; aumentar o teor de matéria orgânica no solo (MOS), devido a formação de uma camada de serapilheira composta por maior diversidade de agentes decompositores (GAMA-RODRIGUES, 1997; MENDONÇA et al., 2008); e ainda, aumentar a ciclagem de nutrientes (BINKLEY et al., 1992a), a fertilidade do solo (MONTAGNINI, 2000) e o sequestro de carbono (KAYE et al., 2000; RESH et al., 2002).

Mesmo quando plantios consorciados com espécies fixadoras de nitrogênio não produzem aumento de produtividade de biomassa aérea, eles promovem outros benefícios como o incremento da MOS e disponibilidade de nitrogênio mineral nas camadas superficiais do solo, reduzindo o risco de danos por pragas e um aumento da variedade de produtos florestais (GARAY et al., 2004; SIDDIQUE et al., 2008).

Teoricamente existem três tipos de interações em plantios mistos: a redução da competitividade também conhecida como complementaridade ou por princípio da produção competitiva; que segundo Kelty e Cameron (1995) ocorre quando a competição interespecífica por um recurso limitante é menor que a competição nas monoculturas, e ocorre frequentemente quando existe um compartilhamento de recursos acima (luz) e abaixo do solo (água e/ou nutrientes), o que leva a uma separação dos nichos e a um uso mais eficiente dos recursos do solo; a facilitação, que ocorre quando uma espécie possui um efeito positivo sobre outra, por exemplo, quando uma espécie fixadora de N favorece o crescimento de outra não fixadora; e a competição, que ocorre quando duas ou mais espécies, ou populações, interagem de forma que pelo menos uma exerce um efeito negativo sobre outras, afetando o crescimento e podendo levar a morte (VANDERMEER, 1989).

Estudo anterior mostrou que os consórcios entre *Eucalyptus globulus* Labill e *Acacia mearnsii* De Wild foram mais produtivos que as monoculturas, chegando a uma produção de 80% quando comparada uma monocultura de eucalipto, porém, essa produção foi estabelecida com a metade do número de árvores (FORRESTER et al., 2004). Contudo, em muitos casos estudados houve pouca ou nenhuma vantagem no crescimento (DEBELL et al., 1987) ou até mesmo exemplos onde uma espécie teve seu desenvolvimento reduzido ou foi suprimida pelo crescimento de outra (BINKLEY; GARDINA, 1997; HUNT et al., 1999; LACLAU et al., 2008; PARROTA, 1999). Observações essas que dificultam prever a combinação de espécies e os sítios que poderiam apresentar maiores benefícios (KLEINPAUL et al., 2010).

Várias questões ainda precisam ser avaliadas como: o arranjo de disposição das plantas (BOUILLET et al., 2013), as proporções ótimas de cada espécie, a dinâmica do crescimento para os consórcios de espécies não-fixadoras de nitrogênio com espécies fixadoras de nitrogênio (COELHO et al., 2007), por quanto tempo a leguminosa arbórea fixará nitrogênio nos povoamentos mistos e se as interferências silviculturais podem influenciar na dinâmica de fixação de nitrogênio conforme a idade do povoamento (VIERA et al., 2013).

Dessa forma, as seguintes hipóteses foram formuladas (I) O crescimento da *Acacia mearnsii* De Wild e do *Eucalyptus globulus* Labill será superior nos consórcios do que em suas monoculturas e (II) A produtividade total por unidade de área nos consórcios será maior do que nos monocultivos. Com isso o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento, em altura (m), DAP (cm) e produção de madeira (m<sup>3</sup>/ha) aos 96 meses de idade após o plantio, das espécies *Acacia mearnsii* De Wild e *Eucalyptus globulus* Labill em monocultivos e consórcios com linhas simples e duplas de plantio, no estado do Rio Grande do Sul – RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

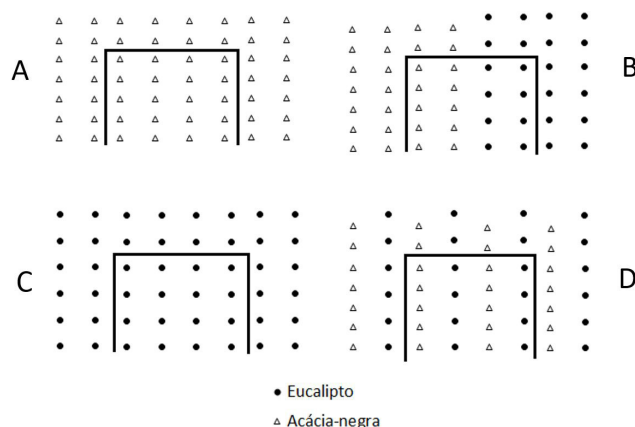
### Características da área de estudo

O experimento foi instalado no ano de 2005, em duas fazendas (Santa Maria e Camboatá), localizadas no município de Piratini – RS. O clima da região, segundo Köppen é classificado como subtropical, tipo Cfa, com temperatura média do mês mais frio entre -3° e 18°C e temperatura do mês mais quente superior a 22°C, a precipitação pluviométrica anual é em torno de 1400 mm, a umidade relativa do ar de 75 a 85% e a insolação anual 2400 horas (MORENO, 1961).

O solo da fazenda Camboatá foi classificado como sendo uma associação entre Luvisolo e Neossolo Regolítico, e o da fazenda Santa Maria como uma associação entre Luvisolo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Regolítico<sup>1</sup>.

### Delineamento Experimental

No experimento foram plantadas as espécies *Eucalyptus globulus* Labill (E) e *Acacia mearnsii* De Wild (A), que foram produzidas com sementes de uma área de produção de sementes e inoculadas com a estirpe *Bradyrhizobium* spp.; além disso cada muda, independentemente da espécie, recebeu 50 g de adubo organomineral (N-P-K 04-12-08); em quatro tratamentos utilizando parcelas quadradas (30 m x 30 m), com distintos arranjos, sendo estes: *Eucalyptus globulus* Labill no arranjo 3 m x 2 m, contendo 56 árvores na parcela (833 árvores/ha) + *Acacia mearnsii* De Wild no arranjo 3 m x 1,5 m, com 68 árvores na parcela (1.111 árvores/ha), plantados em linha simples (50%E:50%A - LS), *Eucalyptus globulus* Labill no arranjo 3 m x 2 m, com 56 árvores na parcela (833 árvores/ha) + *Acacia mearnsii* De Wild no arranjo 3 m x 1,5 m, abrangendo 68 árvores na parcela (1.111 árvores/ha), plantados em linha dupla (50%E:50%A - LD), e como testemunhas a monocultura da *Acacia mearnsii* De Wild no arranjo 3 m x 1,5 m, com 136 árvores na parcela (2.222 árvores/ha) (100%A) e a monocultura do *Eucalyptus globulus* Labill no arranjo 3 m x 2 m, com 112 árvores na parcela (1.667 árvores/ha) (100%E) (Figura 1), arranjos esses utilizados nos plantios comerciais de cada uma das espécies na região. As parcelas foram distribuídas em um delineamento em blocos casualizados (DBC), com bordadura externa dupla, com 2 blocos em cada uma das fazendas, totalizando quatro blocos. É importante ressaltar que as parcelas foram instaladas na divisa das duas fazendas, ou seja, estão geograficamente próximas.



**Figura 1:** Esquema do delineamento experimental, em A têm-se 100%A, em B o 50%E:50%A – LD, em C 100%E e em D tem-se 50%E:50%A – LS, e no destaque em cada tratamento observa-se a parcela de medição.

**Figure 1:** Experimental design, in A is 100%A, in B 50%E:50%A – LD, in C 100%E and in D is the 50%E:50%A – LS, and in highlight in each treatment is observed the measurement plot.

### Avaliações do crescimento

Nas avaliações de crescimento, para avaliarmos os efeitos dos consórcios e do arranjo dos mesmos no desenvolvimento das espécies, foram determinados o CAP, utilizando fita métrica com precisão de 1 mm, e a altura total, com auxílio do hipsômetro Vertéx com precisão de 0,1 m, de 56 árvores de

<sup>1</sup> EIA/RIMA FLORESTAL TANAGRO S.A., Mapa Pedológico, 2008.

eucalipto e 68 árvores de acácia negra em cada tratamento consorciado, e nas monoculturas foram medidas 112 e 136 árvores de eucalipto e acácia negra, respectivamente, ou seja, todas as árvores das parcelas, excluindo apenas as bordaduras, em outubro dos anos de 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013; que correspondem às idades 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 e 96 meses de idade.

Após a última avaliação de crescimento, todas as parcelas foram classificadas em 5 (cinco) classes diamétricas, sendo que nas parcelas consorciadas essa mesma classificação foi realizada para cada espécie. Foram então cubadas, no ano de 2014 (98 meses), pelo método de Smalian, de 1 a 2 (duas) árvores por classe de diâmetro de cada espécie por parcela. Para a cubagem foi adotado o comprimento da seção de 1 m e o diâmetro comercial considerado para o eucalipto foi de 8 cm e para a acácia-negra 6 cm, no total foram cubadas nos tratamentos consorciados, 35 indivíduos de *Acacia mearnsii* De Wild e 30 do *Eucalyptus globulus* Labill, no 100%A foram cubados 30 indivíduos e no 100%E, 35 indivíduos.

Para se estimar o volume com casca de cada árvore por parcela foi adotado o modelo de Schumacher e Hall (1933), porém, para se atender os pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variâncias, o modelo foi ajustado na sua forma linear (CAMPOS; LEITE, 2006; LEITE; ANDRADE, 2002).

### Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o software R-project. Inicialmente, os testes de homogeneidade de variâncias de Levene's; e de normalidade dos erros de Shapiro – Wilk, foram aplicados às variáveis para a validação das pressuposições da análise da variância (ANOVA). Quando elas não foram aceitas, os dados foram transformados de acordo com a metodologia de Box-Cox (BOX; COX, 1964).

Quando todos os pressupostos foram aceitos, as variáveis foram submetidas a ANOVA em nível de significância de 5%, seguindo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i + t_j + e_k + (t * e)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

sendo:

$Y_{ijk}$  = valor observado na parcela que recebeu o i-ésimo bloco, no j-ésimo tratamento, na k-ésima espécie;

$\mu$  = constante inerente a toda população;

$b_i$  = efeito devido ao i-ésimo bloco;

$t_j$  = efeito do j-ésimo tratamento;

$e_k$  = efeito devido a k-ésima espécie;

$\varepsilon_{ijk}$  = efeito dos fatores não controlados do i-ésimo bloco, no j-ésimo tratamento, na k-ésima espécie.

Quando o teste F da ANOVA mostrou que houveram diferenças significativas entre os tratamentos e entre as espécies no consórcio, as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

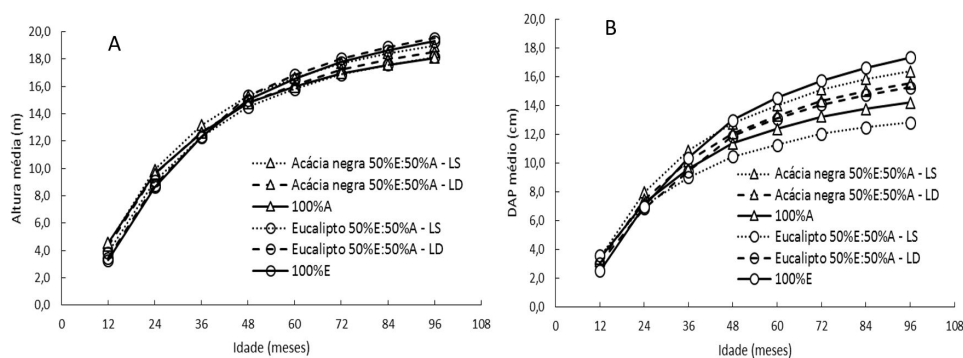
As curvas de crescimento em altura (m) e DAP (cm) foram comparadas pelo teste L&O proposto por Leite e Oliveira (2002), que consiste em uma regra decisória construída com base na estatística F proposta por Graybill (1976).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que o crescimento médio em altura para a acácia-negra nos tratamentos consorciados foi superior ao do eucalipto, ao longo de todo o ciclo no tratamento 50%E:50%A – LS e até os 48 meses de idade no 50%E:50%A - LD, como observamos na Figura 2 – A, além disso, de acordo com o teste L&O (LEITE; OLIVEIRA, 2002), para ambas espécies, as curvas de crescimento médio em altura dos diferentes tratamentos foram diferentes entre si a 5% de significância.

Uma possível estratificação do dossel em plantios mistos poderia não apenas reduzir a competição por luz, mas também aumentar a quantidade de luz interceptada, comparada com a monocultura, pela espécie menos tolerante a sombra (KELTY, 1992; VANDERMEER, 1989), no caso em questão o eucalipto. No trabalho desenvolvido por Forrester et al. (2005a) a redução da competição por luz foi importante para a sobrevivência e crescimento da espécie intolerante a sombra. Laclau et al. (2008) verificou uma estratificação das copas a partir dos 12 meses de idade, o que resultou em aumento





**Figura 2:** Efeito dos tratamentos no crescimento médio ano a ano (1 a 8 anos) de ambas espécies em seus respectivos tratamentos; em A têm-se o crescimento em altura (m) e em B o crescimento em DAP (cm).

**Figure 2:** Effect of treatments on average growth year by year (1 to 8 years) of both species in their treatment; in A is the growth in height (m) and B is growth in DBH (cm).

na captura de luz pelo eucalipto, ao avaliar plantios mistos de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*. No presente estudo essa estratificação do dossel prejudicou o desenvolvimento do eucalipto, devido a competição por luz, principalmente até os 48 meses de idade, pois ambas espécies necessitam de luz para seu desenvolvimento.

A Tabela 1 contém os valores médios das variáveis analisadas, ao final do ciclo, de cada espécie em cada tratamento, bem como o resultado do teste Tukey.

**Tabela 1:** Valor médio das variáveis analisadas nas diferentes situações de estudo, sendo H a altura total em metros, DAP o diâmetro a altura do peito em centímetros, Vol a produção por unidade de área, em m<sup>3</sup> por hectare, LS indicando linha simples e LD indicando linha dupla.

**Table 1:** Average value of the variables analyzed in the different study situations, H being the total height in meters, DAP diameter at breast height in centimeters, Vol is production per unit area, in cubic meters per hectare, LS indicating simple lines and LD indicating double lines.

Espécie	Tratamento	H (m)	DAP (cm)	Vol (m <sup>3</sup> /ha)
Acácia-negra	50%E:50%A - LS	13,96 a	11,70 a	97,97 b
Acácia-negra	50%E:50%A - LD	13,43 b	10,96 b	90,93 b
Acácia-negra	100%A	13,23 c	10,19 c	136,11 a
Eucalipto	50%E:50%A - LS	13,17 b	9,60 c	37,92 b
Eucalipto	50%E:50%A - LD	13,56 a	10,58 b	41,51 b
Eucalipto	100%E	13,37 ab	11,59 a	106,00 a

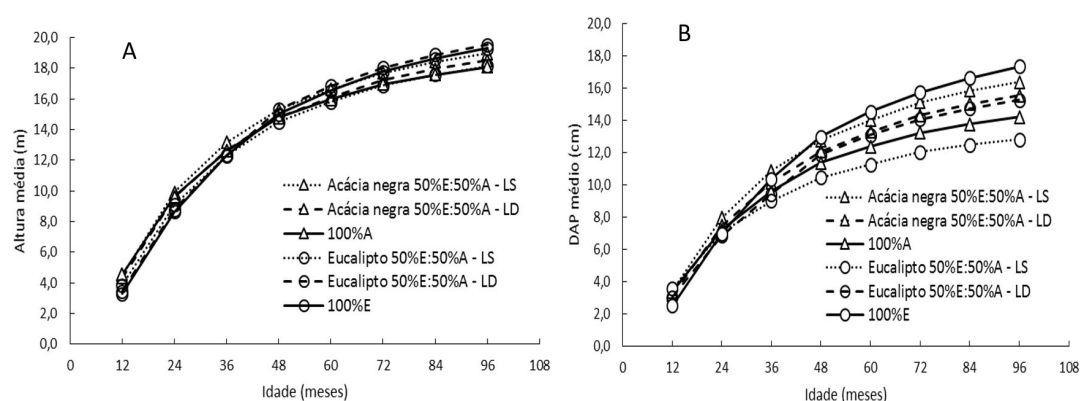
O crescimento médio em altura da acácia-negra ao completar 96 meses de idade (8 anos) diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos testados, já para o eucalipto nem todos os tratamentos diferiram estatisticamente dos demais, como podemos observar na Tabela 1, onde a acácia-negra no tratamento 50%E:50%A - LS (13,96 m) apresenta-se 6% maior do que sua monocultura (13,23 m), e no tratamento 50%E:50%A - LD (13,56 m) foi 2% superior; já o eucalipto foi 1% superior no tratamento 50%E:50%A - LD (13,56 m) quando comparado com o 100%E (13,37 m), e o tratamento 50%E:50%A - LS (13,17 m) foi 3% inferior. Visto isso o consórcio influenciou positivamente o crescimento em altura para a acácia-negra, e para o eucalipto não foram encontradas influências quando comparado ao monocultivo.

Segundo Viera et al. (2013) em um sistema consorciado, deve-se escolher espécies fixadoras de N com menor crescimento em altura e que sejam tolerantes a certo grau de sombreamento e de acordo com Balieiro et al. (2002) a maior interceptação de luz pelos indivíduos de eucalipto no consórcio, foi uma das razões que levou o *Eucalyptus grandis* a alcançar uma produtividade (m<sup>3</sup>/ha) no sistema consorciado com a leguminosa *Pseudosamanea guachapele* que não diferisse estatisticamente da sua monocultura, isso considerando que havia a metade do número de árvores da espécie no consórcio.

Contudo esses trabalhos não utilizaram duas espécies com grande capacidade produtiva e de interesse econômico, como no estudo corrente, dessa forma, para se atingir uma alta produção, tanto

da espécie produtiva fixadora de N, quanto da espécie produtiva não fixadora de N, o ideal é utilizar espécies que possuam dinâmicas de crescimento em altura compatíveis, de forma com que, segundo Forrester et al. (2005a), a espécie menos tolerante a sombra não seja muito superada em altura e seja suprimida pela espécie a ela associada, e também de forma que não permita que a espécie fixadora de N se desenvolva em uma posição muito baixa no dossel, pois caso isso ocorra não apenas seu crescimento será comprometido, mas também levará a uma redução na fixação biológica de N.

Na Figura 2 – B é possível observar as curvas de crescimento e o efeito dos tratamentos, ano a ano (de 1 a 8 anos), no crescimento médio do DAP para ambas espécies e comparar o crescimento das mesmas nas diferentes situações de estudo e conforme o teste L&O (LEITE; OLIVEIRA, 2002) essas curvas foram diferentes entre si a 5% de significância. A exemplo do que aconteceu com a altura, no tratamento 50%E:50%A – LS a acácia-negra apresentou maiores valores para o DAP quando comparada ao eucalipto ao longo de todo o ciclo; chegando a um valor médio de 16,38 cm aos 96 meses de idade, enquanto o eucalipto atingiu 12,82 cm. No tratamento 50%E:50%A – LD, nos três primeiros anos a acácia-negra apresentou maiores valores para a variável em questão, após esse período, ambas espécies mantiveram valores semelhantes para o DAP. Em relação as monoculturas, o tratamento 100%A foi o que apresentou os menores valores da variável para a acácia-negra, atingindo um valor médio de 14,19 cm ao final do ciclo.



**Figura 2:** Efeito dos tratamentos no crescimento médio ano a ano (1 a 8 anos) de ambas espécies em seus respectivos tratamentos; em A têm-se o crescimento em altura (m) e em B o crescimento em DAP (cm).

**Figure 2:** Effect of treatments on average growth year by year (1 to 8 years) of both species in their treatment; in A is the growth in height (m) and B is growth in DBH (cm).

Segundo Schneider et al. (2000) o crescimento do DAP para a *Acacia mearnsii* De Wild é diretamente proporcional ao tamanho do espaçamento, atingindo no arranjo 3m x 2m um valor de 16,4 cm e no arranjo 3m x 1,33m um valor de 14,1 cm, ambos aos 96 meses de idade; o tratamento 100%E apresentou, no geral, ao longo do ciclo, os maiores valores de DAP para o eucalipto, atingindo um valor médio de 17,33 cm aos 96 meses de idade.

O crescimento em DAP para ambas espécies, ao final do ciclo de 96 meses, diferiu estatisticamente entre os tratamentos testados, como podemos observar na Tabela 1. Para a acácia-negra, o tratamento 50%E:50%A – LS (11,7 cm), obteve o maior valor médio, sendo 15% superior ao valor alcançado pela monocultura da espécie (10,19 cm), já o 50%E:50%A – LD (10,96 cm) foi 8% superior ao 100%A, mostrando que o consórcio foi benéfico para o crescimento da acácia-negra e que o arranjo das linhas influencia o crescimento; para o eucalipto o tratamento 50%E:50%A – LD (10,58 cm), que apresentou um valor 9% inferior ao tratamento 100%E (11,59), e o 50%E:50%A – LS (9,6 cm) atingiu um valor 17% inferior ao tratamento 100%E.

Essas diferenças no crescimento para o DAP são explicadas pelo arranjo das linhas que alteram o espaçamento dentro dos tratamentos para cada espécie, para a acácia-negra plantar o eucalipto na mesma área aumenta a área útil de cada planta, pois a acácia-negra é plantada comercialmente no arranjo de 3m x 1,5m e o eucalipto é plantado comercialmente no arranjo de 3m x 2m, dessa forma, no tratamento 50%E:50%A – LS a área útil de crescimento para a acácia-negra foi maior, proporcionando assim uma maior disponibilidade de recursos para seu desenvolvimento; o oposto ocorre para o eucalipto, pois o tratamento 50%E:50%A – LS é o que mais restringe a disponibilidade

de recursos para a espécie, pois as linhas de acácia-negra que estão ao lado das linhas de eucalipto são plantadas mais adensadas, no tratamento 50%E:50%A – LD o espaço de crescimento sofre menor redução pois são duas linhas de cada espécie plantadas em sequência.

Para a determinação da produção média por hectare do volume com casca (Vol), ao final do ciclo das espécies, foi considerado que os consórcios continham a metade do número de árvores de cada uma das espécies, comparado com sua monocultura, para uma mesma área de parcela. A variável em questão não diferiu estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos consorciados, já as monoculturas alcançaram valores superiores e diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos consórcios para ambas espécies, como podemos verificar na Tabela 1.

A produção em hectare das espécies nos consórcios foi menor do que em sua respectiva monocultura, devido ao fato de possuírem a metade do número de indivíduos plantados. Dessa forma caso não houvesse nenhum tipo de interação nos tratamentos consorciados, sejam elas positivas e/ou negativas, a produção nos consórcios deveria ser 50% da atingida em sua monocultura, caso houvesse o predomínio de interações positivas, esperava-se que a produção das espécies nos consórcios fosse superior a 50% do valor atingido em sua respectiva monocultura e por último, caso houvesse o predomínio de interações negativas, esperava-se que a produção das espécies nos consórcios atingissem valores abaixo de 50% do atingido em suas monoculturas.

Dado isso, de acordo com os dados da Tabela 1, observa-se que para a acácia-negra a interação foi positiva nos consórcios, pois, o tratamento 50%E:50%A – LS (97,97 m<sup>3</sup>/ha) apresentou uma produção média ao longo do ciclo de 72% da atingida no tratamento 100%A (136,11 m<sup>3</sup>/ha) e o tratamento 50%E:50%A – LD (90,93 m<sup>3</sup>/ha) apresentou um valor 67%; como discutido anteriormente, diversos fatores contribuíram para que isso ocorresse, como o crescimento superior em altura dessa espécie em todo o ciclo quando plantada em linha simples, e até os 48 meses de idade quando plantada em linha dupla e ao maior espaço disponível de crescimento diamétrico para a acácia-negra.

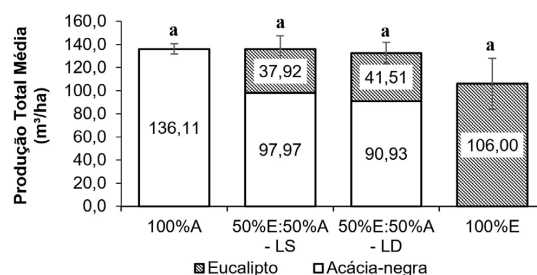
O eucalipto nos consórcios não apresentou interação positiva, pois, no tratamento 50%E:50%A – LS (37,92 m<sup>3</sup>/ha) a produção atingida foi apenas 36% da observada no 100%E (106,00 m<sup>3</sup>/ha), e o tratamento 50%E:50%A – LD (41,51 m<sup>3</sup>/ha) atingiu 39% dessa produção, quando se esperava no mínimo 50%. A espécie, *Eucalyptus globulus* Labill, não teve um desenvolvimento considerável na região, mesmo sendo uma das poucas regiões do Brasil onde essa espécie pode apresentar um desenvolvimento satisfatório.

Com isso, observa-se que dentre as possíveis interações positivas que podem estar presentes nos tratamentos consorciados, a produção competitiva (KELTY; CAMERON, 1995) foi a mais importante, devido as diferentes regiões do dossel atingido pelas espécies, pelas variações causadas pelo arranjo de plantio e pela diferente região do solo explorada pelas raízes das espécies, com a acácia-negra explorando as regiões mais superficiais (CECONI et al., 2008; CHANES, 1979; EMBRAPA, 2003; KANNEGIESSER, 1990; PAULINO et al., 2003). O eucalipto que poderia se beneficiar pela maior disponibilidade de N provindo da acácia-negra, processo conhecido como facilitação (VANDERMEER, 1989), não apresentou ganhos em produção; além disso, a acácia negra apresentou uma competição interespecífica menor do que a intraespecífica, e no eucalipto observamos uma inversão dessa situação, indo ao oposto encontrado por Piotto (2008).

Segundo Nouvellon et al. (2012) a menor produção do *Eucalyptus grandis* no consórcio quando comparada a sua monocultura é devido a baixos valores da produtividade primária, bem como nas mudanças da alocação de carbono de cima para baixo do solo e de crescimento para a produção de serapilheira, influenciando na ciclagem dos nutrientes.

A produção total dos plantios consorciados é uma informação importante, pois considera em conjunto a produção do eucalipto e da acácia-negra, e assim teremos uma ideia sobre a viabilidade da implantação desse tipo de sistema.

Estatisticamente não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as produções totais médias dos tratamentos aqui testados ao longo do ciclo, como podemos verificar na Figura 3, que contém os valores médios da produção total dos tratamentos distinguindo a participação de cada espécie. Esse resultado demonstra que o produtor rural, independentemente do sistema adotado, não perderia em produção; contudo, é importante ressaltar que a monocultura de acácia-negra (136,11 m<sup>3</sup>/ha) foi o tratamento com a maior produção média, porém este apresentou praticamente o mesmo valor encontrado para o 50%E:50%A – LS (135,90 m<sup>3</sup>/ha), que foi o segundo mais produtivo dos tratamentos, e a monocultura de acácia-negra foi apenas 2,7% superior ao 50%E:50%A – LD (132,43 m<sup>3</sup>/ha/ano),



**Figura 3:** Produção total média dos tratamentos distinguindo a participação de cada espécie  
**Figure 3:** Total yield average of treatments distinguishing the participation of each species

nesse sistema consorciado o eucalipto demonstrou melhor desenvolvimento; a monocultura do eucalipto, apesar das diferenças não terem sido significativas, apresentou produção menor do que os demais tratamentos (106,00 m³/ha/ano), valor esse 22,12% inferior ao tratamento 100%A.

Segundo Forrester et al. (2010) nem sempre os consórcios vão ser mais produtivos do que as monoculturas, porém tem a capacidade de aumentar a produção de biomassa ou madeira, podem aumentar a fertilidade do solo ou a disponibilidade de nutrientes (FORRESTER et al., 2005b; HANDA et al., 2005; KAYE et al., 2000; PARROTA, 1999), intensificam o sequestro de carbono (FORRESTER et al., 2006b; KAYE et al., 2000), facilitam o controle de riscos e a proteção contra pragas e doenças (EWEL, 1986; FAO, 1995; MONTAGNINI, 2000) e aumentam a eficiência no uso da água (FORRESTER et al., 2004).

O sucesso dos plantios mistos depende dos atributos de cada uma das espécies e dos fatores inerentes ao sítio (FORRESTER et al., 2005b), o que afeta o balanço das interações positivas e negativas entre as espécies consorciadas (BOYDEN et al., 2005). Em sítio com baixos níveis de N aplicados via fertilização os consórcios foram mais produtivos do que as monoculturas de ambas espécies (FORRESTER, et al, 2004), contudo, o mesmo não ocorreu em altos níveis de N fertilizado, pois o eucalipto suprimiu a acácia-negra, demonstrando que em baixa disponibilidade de N as espécies fixadoras de N contribuíram para o crescimento da espécie associada (BEETS; MADGWICK, 1988; BINKLEY, 1983, 2003; DEBELL et al., 1987; BINKLEY et al, 1992b), comportamento similar ocorreu em baixos níveis de fósforo (P), devido aos altos níveis da atividade de fosfatases nas raízes das espécies fixadoras de N (KHANNA, 1998), mas o crescimento relativo do *Eucalyptus globulus* Labill foi ainda maior nos consórcios em altos níveis de P. Contudo, as espécies fixadoras de N podem competir fortemente por P e dessa forma reduzir o efeito da maior disponibilidade N no crescimento do eucalipto, então a habilidade de responder a esse aumento na disponibilidade de N bem como as taxas de fixação de N podem ser mantidas ou aumentadas pela adição de P via fertilização (BINKLEY et al., 1992a; KHANNA, 1998).

Contudo, os sistemas consorciados para o pequeno/médio produtor rural são muito interessantes, primeiramente como observamos não haveriam perdas de produção, e também pela maior diversificação de sua produção, pois nesse sistema é possível extrair de sua floresta a casca e a madeira da acácia-negra e a madeira do eucalipto, esta por sua vez, pode ter múltiplos destinos, caso o produtor faça o uso de desbastes, podendo dessa forma atingir o mercado de energia, celulose e madeira serrada. Além disso a espécie de eucalipto utilizada não se adaptou bem a região de estudo, no caso em questão representou menos de 35% da produção total dos tratamentos consorciados, portanto a inserção de uma espécie mais indicada a região poderia gerar resultados ainda mais interessantes em relação a produção total do sistema consorciado; outra situação interessante é a avaliação da produção de casca nesse tipo de sistema, pois como observamos as árvores de acácia-negra atingiram maiores valores para o DAP quando consorciadas com o eucalipto, o que propicia consequentemente uma maior produção de casca, que é um importante produto comercial.

## CONCLUSÃO

Os consórcios apresentaram interação positiva para a acácia-negra, a espécie teve seu crescimento em altura e DAP influenciados positivamente nos tratamentos consorciados e atingindo valores de produção superiores a 50% do valor observado na monocultura, situação oposta foi observada para o eucalipto.



A produção total dos modelos de consórcio foi igual estatisticamente as das monoculturas, demonstrando o grande potencial produtivo dos consórcios, sem considerar a produção de casca pela acácia-negra e utilizando uma espécie de eucalipto que não se adaptou bem na região do estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALIEIRO, F. C.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Accumulation and distribution of aboveground biomass and nutrients in pure and mixed stands of guachapele and eucalyptus. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 25, p. 2639-2654, 2002.
- BEETS, P. N.; MADGWICK, H. A. I. Aboveground dry matter and nutrient content of *Pinus radiata* as affected by lupin, fertilizer, thinning, and stand age. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, v. 18, p. 43-64, 1988.
- BINKLEY, D. Ecosystem production in Douglas-fir plantations: interaction of red alder and site fertility. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 5, p. 215-227, 1983.
- BINKLEY, D.; GIARDINA, C. Nitrogen fixation in tropical forest plantations. In: NAMBIAR, E.K.S.; BROWN, A.G. (Ed.). **Management of soil, nutrient stands water in tropical plantation forests**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1997. p. 297-337.
- BINKLEY, D.; DUNKIN, K.A.; DEBELL, D.; RYAN, M.G. Production and nutrient cycling in mixed plantations of Eucalyptus and Albizia in Hawaii. **Forest Science**, Bethesda, v. 38, p. 393-408, 1992a.
- BINKLEY, D.; SOLLINS, P.; BELL, R.; SACHS, D.; MYROLD, D. Biogeochemistry of adjacent conifer and alder-conifer stands. **Ecology**, New York, v. 73, p. 2022-2033, 1992b.
- BOUILLET, J.-P.; LACLAU, J.-P.; GONÇALVES, J.L.M.; VOIGTLAENDER, M.; GAVA, J.L.; LEITE, F.P.; HAKAMADA, R.; MARESCHAL, L.; MABIALA, A.; TARDY, F.; LEVILLAIN, J.; DELEPORTE, P.; EPRON, D.; NOUVELLON, Y. Eucalyptus and Acacia tree growth over entire rotation in single and mixed-species plantations across five sites in Brazil and Congo. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 301, p. 89-101, 2013.
- BOYDEN, S.; BINKLEY, D.; SENOCK, R. Competition and facilitation between Eucalyptus and nitrogen-fixing *Falcataria* in relation to soil fertility. **Ecology**, New York, v. 86, p. 992-1001, 2005.
- BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B**, New Jersey, v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 470 p.
- CECONI, D. E.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; SCHUMACHER, M. V. Biomassa e comprimento de raízes finas em povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. estabelecido em área degradada por mineração de carvão. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, 2008.
- CHANES, R. **Deodendron: arboles y arbustos de jardín em clima templado**. Barcelona: Editorial Blume, 1979. 545
- COELHO, S. R. F.; GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M.; MOREIRA, R. M.; SILVA, E. V.; LACLAU, J.-P. Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 759-768, 2007.
- DEBELL, D. S.; WHITESELL, C. D.; CRABB, T. B. **Benefits of Eucalyptus-Albizia mixtures vary by site on Hawaii Island**. Washington: USDA, Forest Service Research & Development, 1987. 6 p. (Paper PSW-187).
- EMBRAPA. **Cultivo da acácia-negra**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. (Sistemas de Produção, 3). Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AcaciaNegra/CultivodaAcaciaNegra/>>. Acesso em: 04 out. 2014.
- EWEL, J. J. Designing agricultural ecosystems for the humid tropics. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 17, p. 245-271, 1986.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Plantations in tropical and subtropical regions: mixed and pure**. Rome, 1995. 27 p.

FORRESTER, D.I.; MEDHURST, J.L.; WOOD, M.; BEADLE, C.L.; VALENCIA, J.C. Growth and physiological responses to silviculture for producing solid-wood products from *Eucalyptus* plantations: an Australian perspective. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, n. 9, p. 1819–1835, 2010.

FORRESTER, D.I.; COWIE, A.L.; BAUHUS, J.; WOOD, J.T.; FORRESTER, R.I. Effects of changing the supply of nitrogen and phosphorus on growth and interactions between *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii* in a pot trial. **Plant and Soil**, The Hague, v. 280, n. 1/2, p. 267–277, 2006a.

FORRESTER, D.I.; BAUHUS, J.; COWIE, A.L.; VANCLAY, J.K. Mixed-species plantations of *Eucalyptus* with nitrogen-fixing trees: a review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 233, n. 2/3, p. 211–230, 2006b.

FORRESTER, D.I.; BAUHUS, J.; COWIE, A.L.; KHANNA, P.K. On the success and failure of mixed-species tree plantations: lessons learned from a model system of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 209, p. 147–155, 2005a.

FORRESTER, D.I.; BAUHUS, J.; COWIE, A.L.; KHANNA, P.K. Nutrient cycling in a mixed-species plantation of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 35, n. 12, p. 2942–2950, Dec. 2005b.

FORRESTER, D.I.; BAUHUS, J.; KHANNA, P.K.; COWIE, A.L. Growth dynamics in a mixed-species plantation of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 193, n. 1/2, p. 81–95, 2004.

FORRESTER, D.I.; BAUHUS, J.; COWIE, A.L.; VANCLAY, J.K. Mixed-species plantations of *Eucalyptus* with nitrogen-fixing trees: a review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 233, n. 2/3, p. 211–230, 2006b.

GAMA-RODRIGUES, A.C. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solos tabuleiros da Bahia, Brasil**. 1997. 107 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

GARAY, I.; PELLEN, R.; KINDEL, A.; BARROS, E.; FRANCO, A.A. Evaluation of soil conditions in fast-growing plantations of *Eucalyptus grandis* and *Acacia mangium* in Brazil: a contribution to the study of sustainable land use. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 27, n. 2, p. 177–187, 2004.

GRAYBILL, F.A. **Theory and application of the linear model**. Belmonte: Wadsworth Publishing, 1976. 704 p.

HANDA, I. T.; KÖRNER, C.; HATTENSCHWILER, S. A. Test of the tree-line carbon limitation hypothesis by in situ CO<sub>2</sub> enrichment and defoliation. **Ecology**, New York, v. 86, p. 1288–1300, 2005.

HUNT, M. A.; UNWIN, G. L.; BEADLE, C. L. Effects of naturally regenerated *Acacia dealbata* on the productivity of a *Eucalyptus nitens* plantation in Tasmania, Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 117, n. 1/3, p. 75–85, 1999.

KANNEGIESSER, U. Apuntes sobre algunas acacias australianas: 1. *Acacia mearnsii* De Wild. **Ciencia e Investigación Florestal**, v. 4 n. 2, p. 198–212, 1990.

KAYE, J.P.; RESH, S.C.; KAYE, M.W.; CHIMMER, R.A. Nutrient and carbon dynamics in a replacement series of *Eucalyptus* and *Albizia* trees. **Ecology**, New York, v. 81, p. 3267–3273, 2000.

KELTY, M.J. Comparative productivity of monocultures and mixed-species stands. In: KELTY, M.J.; LARSON, B.C.; OLIVER, C.D. (Ed.). **The ecology and silviculture of mixed-species forests**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1992. p. 125–141.

KELTY, M.J.; CAMERON, I.R. Plot designs for the analysis of species interactions in mixed stands. **The Commonwealth Forestry Review**, New York, v. 74, p. 322–332, 1995.

KHANNA, P. K. Nutrient cycling under mixed-species tree systems in Southeast Asia. **Agroforestry System**, Dordrecht, v. 38, p. 99–120, 1998.

KLEINPAUL, I. S.; SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M.; NAVROSKI, M. C. Mixed Stands of *Eucalyptus urograndis* and *Acacia mearnsii* in an agroforestry system: I - Biomass production. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 621–627, 2010.

LACLAU, J.-P.; BOUILLET, J.-P.; GONÇALVES, J. L. M.; SILVA, E. V.; JOURDAN, C.; CUNHA, M. C. S.; MOREIRA, R. M.; SAINT-ANDRÉ, L.; MAQUÈRE, V.; NOUVELLON, Y.; RANGER, J. Mixed-species plantations of *Acacia*

mangium and *Eucalyptus grandis* in Brazil: 1. Growth dynamics and aboveground net primary production. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v. 255, p. 3905–3917, 2008.

LEITE, H. G.; ANDRADE, V. C. L. Um método para condução de inventários florestais sem o uso de equações volumétricas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 321-328, 2002.

LEITE, H.G.; OLIVEIRA, F.H.T. Statistical procedure to test the identity of analytical methods. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Abingdon, v. 33, n. 7/8, p. 1105-1118, 2002.

MENDONÇA, A.V.R.; CARNEIRO, J.G.D.A.; BARROSO, D.G.; SANTIAGO, A.R.; FREITAS, T.A.S.D.; SOUZA, J.S. Desempenho de quatro de *Eucalyptus* spp em plantios puros e consorciados com sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) em cava de extração de argila. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, p. 395-405, 2008.

MONTAGNINI, F. Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 134, n. 1/3, p. 257-270, 2000.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 42 p.

NOUVELLON, Y.; LACLAU, J.-P.; EPRON, D.; LE MAIRE, G.; BONNEFOND, J. M.; GONÇALVES, J. L. M.; BOUILLET, J.-P. Production and carbon allocation in monocultures and mixed-species plantations of *Eucalyptus grandis* and *Acacia mangium* in Brazil. **Tree physiology**, Oxford, v. 32, n. 6, p. 680-695. 2012.

PARROTA, J. A. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 124, p. 45-77, 1999.

PAULA, R. R.; BOUILLET, J.-P.; TRIVELIN, P. C. O.; ZELLER, B.; GONÇALVES, J. L. M., NOUVELLON, Y.; BOUVET, J.-M.; PLASSARD, C.; LACLAU, J.-P. Evidence of short-term belowground transfer of nitrogen from *Acacia mangium* to *Eucalyptus grandis* trees in a tropical planted forest. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 91, p. 99-108, 2015.

PAULINO, A. F.; MEDINA, C. D. C.; NEVES, C. S. V. J.; AZEVEDO, M. D.; HIGA, A. R; SIMON, A. Distribuição do sistema radicular de árvores de acácia-negra oriundas de mudas produzidas em diferentes recipientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, 605-610, 2003.

PIOTTO, D. A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 3/4, p. 781-786, 2008.

RESH, S. C.; BINKLEY, D.; PARROTTA, J. A. Greater soil carbon sequestration under nitrogen- fixing trees compared with eucalyptus species. **Ecosystems**, Berlin, v. 5, n. 3, p. 217-231, 2002.

SCHNEIDER, P. R.; FLEIG, F. D.; FINGER, C. A. G.; KLEIN, J. E. M. Crescimento da acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wid em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 101-112, 2000.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 47, n. 9, p. 719-734, 1933.

SIDDIQUE, I.; ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A.; LAMB, D.; NARDOTO, G.B.; OMETTO, J.P.H.B.; MARTINELLI, L.A.; SCHMIDT, S. Dominance of legume trees alters nutrient relations in mixed species forest restoration plantings within seven years. **Biogeochemistry**, Gewerbestrasse, v. 88, n. 1, p. 89-101, 2008.

VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping**. New York: Cambridge University Press, 1989. 237 p.

VEZZANI, F.M. **Aspectos nutricionais de povoamentos puros e mistos de *Eucalyptus saligna* (Smith) e *Acacia mearnsii* (De Wild.)** 1997. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V.; LIBERALESSO, E.; CALDEIRA, M.V.W.; WATZLAWICK, L.F. Plantio misto de *Eucalyptus* spp. com leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 16-25, 2013.

Recebido em: 23/05/2017

Aceito em: 02/05/2018