

**Acúmulo e Distribuição da Biomassa e  
Nutrientes na Parte Aérea de *Pseudosamanea  
guachapele* (Kunth) Harms e *Eucalyptus grandis*  
W. Hill ex Maiden em Consórcio e Monocultivos**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Solos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-0892

Dezembro, 2010

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 151***

### **Acúmulo e Distribuição da Biomassa e Nutrientes na Parte Aérea de *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em Consórcio e Monocultivos**

*Fabiano de Carvalho Balieiro*

*Avílio Antônio Franco*

*Marcos Gervásio Pereira*

*Eduardo Francia Carneiro Campello*

*Sérgio Miana de Faria*

*Luiz Eduardo Dias*

*Bruno José Rodrigues Alves*

Rio de Janeiro, RJ

2010

**Embrapa Solos**

Rua Jardim Botânico, 1.024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2179-4500

Fax: (21) 2274-5291

Home page: [www.cnps.embrapa.br](http://www.cnps.embrapa.br)

E-mail (sac): [sac@cnps.embrapa.br](mailto:sac@cnps.embrapa.br)

**Comitê Local de Publicações**

**Presidente:** *Daniel Vidal Pérez*

**Secretário-Executivo:** *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**Membros:** *Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos.*

**Supervisor editorial:** *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**Revisor de Português:** *André Luiz da Silva Lopes*

**Normalização bibliográfica:** *Ricardo Arcanjo de Lima*

**Editoração eletrônica:** *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**1ª edição**

1ª impressão (2010): online

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

---

B186a Balieiro, Fabiano de Carvalho.

Acúmulo e distribuição da biomassa e nutrientes na parte aérea de *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em consórcio e monocultivos / Fabiano de Carvalho balieiro... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2010.

21 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 151).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html> >.

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2010).

1. Eucalipto. 2. Guachapele. 3. Produção florestal. I. Franco, Avílio Antônio. II. Pereira, Marcos Gervásio. III. Campello, Eduardo Francia Carneiro. IV. Faria, Sérgio Miana de. V. Dias, Luiz Eduardo. VI. Alves, Bruno José Rodrigues. VII. Título. VIII. Série.

CDD (21.ed.) 634.9

---

© Embrapa 2010

## Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>10</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>13</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>18</b>
<b>Referências ..</b>	<b>19</b>

# Acúmulo e Distribuição da Biomassa e Nutrientes na Parte Aérea de *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em Consórcio e Monocultivos

---

*Fabiano de Carvalho Balieiro*<sup>1</sup>

*Avílio Antônio Franco*<sup>2</sup>

*Marcos Gervásio Pereira*<sup>3</sup>

*Eduardo Francia Carneiro Campello*<sup>2</sup>

*Sérgio Miana de Faria*<sup>2</sup>

*Luiz Eduardo Dias*<sup>4</sup>

*Bruno José Rodrigues Alves*<sup>2</sup>

## Resumo

O plantio consorciado de eucalipto com espécies arbóreas fixadoras de N<sub>2</sub> não é comum no país, mas pode-se tornar uma alternativa promissora de cultivo em solos com baixa reserva de nutrientes. Visando avaliar o potencial de produção de biomassa e de acumulação de nutrientes na parte aérea de *Eucalyptus grandis* e *Pseudosamanea guachapele* (leguminosa), foram abatidas árvores com sete anos de idade em talhões únicos, no município de Seropédica, RJ. O plantio consorciado acumulou mais biomassa (228,1 Mg ha<sup>-1</sup>) que os plantios puros das espécies (95,4 Mg ha<sup>-1</sup> para guachapele e 182,8 Mg ha<sup>-1</sup> para o eucalipto). O eucalipto produziu 1,9 vezes mais matéria seca total de parte aérea que a guachapele em plantio puro; e 7,2 vezes mais no consórcio, cuja produção de matéria seca total de eucalipto foi 10% maior que a observada em monocultivo. A leguminosa em plantio puro apresentou elevada capacidade de acumulação de nutrientes (N = 167-636; P = 6-28;

---

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Solos - Rio de Janeiro, RJ.

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Agrobiologia - Seropédica, RJ.

<sup>3</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos da UFRRJ - Seropédica, RJ.

<sup>4</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos da UFV - Viçosa, MG.

K = 80-276; Ca = 80-344 e Mg = 29-91 kg ha<sup>-1</sup>, consórcio-puro, respectivamente), comparativamente ao eucalipto (N = 287-446; P = 49; K = 225-322; Ca = 527-654 e Mg = 91-170 kg ha<sup>-1</sup>, puro-consórcio, respectivamente), mas seu plantio consorciado com o eucalipto proporcionou manutenção da produtividade por parte do eucalipto. Os resultados indicam a presença da guachapele, no plantio consorciado, não interfere na produção de biomassa do eucalipto, mas permite maior acumulação de nutrientes na parte aérea da essência.

**Palavras-chave:** eucalipto; guachapele; produção florestal; plantios mistos; nutrição.

**Accumulation and Distribution of  
Aboveground Biomass and Nutrients  
Under pure and Mixed Stands of  
*Pseudosamanea guachapele* (Kunth)  
Harms and *Eucalyptus grandis* W. Hill  
ex Maiden**

---

***Abstract***

*Mixed plantations with eucalyptus with legumes trees is not common in Brazil, but could represent a promising alternative for low fertility soil management. With the objective to evaluate the biomass production and the nutrient accumulation in the aboveground of *Eucalyptus grandis* and *Pseudosamanea guachapele* (leguminous tree) with seven years of age, trees were fallen under mixed and pure stands, in Seropédica municipality, Rio de Janeiro. The mixed plantation presented the largest biomass (228.1 Mg ha<sup>-1</sup>) in contrast, the pure plantations of each species produced 95.4 Mg ha<sup>-1</sup>, for guachapele and 182.8 Mg ha<sup>-1</sup> for eucalyptus. Total eucalyptus dry biomass accumulated was 1.9 times larger than guachapele in monoculture and 7.2 times larger in mixed plantations. Eucalyptus presented 10% more biomass in mixed than in pure stands. Despite of less biomass productivity, guachapele presented a larger accumulation of nutrients (N = 167-636; P = 6-28; K = 80-276; Ca = 80-344 e Mg = 29-91 kg ha<sup>-1</sup>, mixed-pure systems, respectively) comparatively with eucalyptus (N = 287-446; P = 49; K = 225-322; Ca = 527-654 e Mg = 91-170 kg ha<sup>-1</sup>, pure-mixed plantations, respectively. Mixed crop tended to maintain the eucalyptus productivity. These results indicate that the eucalyptus dominance, in a mixed crop, could favour its growth and production and presence of guachapele favor the nutrient accumulation in aboveground biomass of eucalyptus.*

*Key words: eucalyptus, guachapele; biomass production; mixed plantations; nutrition.*

## Introdução

O plantio consorciado de eucalipto com espécies de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio tem sido proposto como alternativa ao monocultivo da essência, com o objetivo de aumentar a diversidade do sistema de produção, o aporte de nitrogênio via deposição de serrapilheira pela leguminosa e conseqüentemente intensificar a ciclagem de nutrientes (FORRESTER, 2005; LACLAU et al., 2008). Dentre as espécies com potencial para esse consórcio, a *Acacia mangium* tem recebido atenção especial (LACLAU et al., 2008; COELHO et al., 2007) em função do seu baixo requerimento nutricional, rápido crescimento, potencial de fixação biológica de  $N_2$ , e qualidade da madeira, a qual pode ser usada para a produção de celulose e outros fins. Outras espécies começaram a ser estudadas como o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), o maricá (*Mimosa bimucronata*) e a guachapele (*Pseudosamanea guachapele*), mas há pouca informação disponível sobre o potencial dessas espécies em produzir biomassa e acumular nutrientes.

A guachapele é uma leguminosa arbórea fixadora de  $N_2$  atmosférico, nativa da América Central e México, que tem mostrado boa adaptação nas condições edafoclimáticas do sudeste brasileiro (BALIEIRO et al., 2002; RESENDE et al., 2008; DIAS et al., 2008). Com uma elevada capacidade de ciclar nutrientes, via queda de serrapilheira (FROUFE, 1999; BALIEIRO et al., 2004), lavagem de sua copa (BALIEIRO et al., 2007) e com um resíduo que apresenta reduzido tempo de meia-vida no solo (FROUFE, 1999; BALIEIRO et al., 2008a), a espécie surge como alternativa ao manejo de solos com baixa fertilidade. Em plantio consorciado com o *Eucalyptus grandis* (relação 1:1) tem sido observado aumento no estoque de nutrientes e na acumulação de C do solo, comparativamente aos plantios puro de eucalipto (BALIEIRO et al., 2002; BALIEIRO et al., 2008b).

Embora esses resultados sejam promissores, é interessante que esses plantios e outras combinações de espécies sejam monitorados por períodos maiores para que as recomendações de época de colheita possam ser avaliadas de forma mais ampla, englobando aspectos de produtividade, nutricionais e de conservação do solo. No Havai, Debell et al. (1997)



relataram que plantios mistos de *E. saligna* e *Albizia falcataria*, no quarto ano de desenvolvimento, contendo 34% dessa leguminosa, produziram mais biomassa que o plantio puro de *E. saligna*. Relataram ainda que, aos dez anos, os totais de biomassa da parte aérea produzidos em consórcio, contendo 50 e 60% da leguminosa, apresentavam 30 e 46%, respectivamente, mais biomassa que o exibido pelo plantio puro e fertilizado de *E. saligna* e de 10 e 24% mais que aquele puro da leguminosa. Binkley et al. (1992), que avaliaram também os plantios supracitados, atribuem essa produção superior à intensificação que o N proporciona à ciclagem dos nutrientes em benefício à demanda nutricional do eucalipto. Balieiro et al. (2002) detectaram produtividades similares de biomassa aérea do eucalipto tanto em condição de plantio consorciado com *Pseudosamanea guachapele* (108,6 Mg ha<sup>-1</sup>) quanto puro (122,3 Mg ha<sup>-1</sup>), aos cinco anos de idade. Porém, sob consórcio o eucalipto tendeu a ser mais eficiente no uso dos nutrientes do que sob plantio puro, o que resultaria em menores exportações de nutrientes, via corte das árvores.

Diante do potencial que essa leguminosa tem demonstrado como alternativa ao manejo sustentável do eucalipto, é imprescindível que novos estudos sejam realizados para que estratégias e recomendações se tornem mais precisas. Sendo assim, foi conduzido este trabalho com o objetivo de avaliar o acúmulo de biomassa e a distribuição de N, P, K, Ca e Mg nos diferentes compartimentos da parte aérea de *Pseudosamanea guachapele* Kunth (Harms) (= *Albizia guachapele*) e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em plantio puro e consorciado, aos 7 anos de idade.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, situado a 33 m de altitude, em Seropédica, Rio de Janeiro (22° 46' S e 43° 41' W). A média pluviométrica anual é de 1.250 mm e a temperatura varia de 16°C (média das temperaturas mínimas das normais entre junho e julho) a 32°C (média das máximas entre os meses de janeiro e março). A umidade relativa média anual do ar é de 73% (MATTOS et al., 1998). O solo pertence à série Ecologia, ordem dos Planossolos (RAMOS et al., 1973). As principais

características desse solo são a presença de um horizonte superficial de textura arenosa, que no local pode alcançar profundidades superiores a 1,30 m, baixa CTC e baixos teores de matéria orgânica e nutrientes. Procedeu-se amostragem prévia do solo na profundidade de 0-20 cm, para determinação do pH (5,3) e teores de  $\text{Al}^{3+}$  ( $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ),  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis ( $1,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), extraídos com  $\text{KCl mol L}^{-1}$ , e P ( $10,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e K ( $21 \text{ mg dm}^{-3}$ ) disponíveis, extraídos por Mehlich-1. Todas as análises foram realizadas conforme Embrapa (1997).

A área, que apresenta relevo plano a suave ondulado, foi utilizada como pastagem por mais de 10 anos antes que os plantios fossem estabelecidos. Como foi adubada no passado, o solo da área apresentava valores de P e K disponíveis superiores aos naturalmente associados a essa classe de solo (RAMOS et al., 1973).

Plantios puros e consorciado das espécies *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*, doravante denominadas de guachapele e eucalipto, respectivamente, foram realizados em 1993, com mudas de 3 meses de idade. As sementes da leguminosa foram inoculadas com estirpes selecionadas de rizóbio (BR6205 e BR6821) recomendadas pela Embrapa Agrobiologia, e o substrato com esporos e hifas de fungos micorrízicos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita* nas duas espécies.

Cada talhão ocupou uma área de  $2.500 \text{ m}^2$ , sendo o espaçamento de plantio de 3 m entre linhas e de 1 m dentro das linhas. O plantio consorciado foi efetuado alternando uma linha de eucalipto com outra de guachapele. No momento do plantio, cada cova recebeu 100 g de fosfato de rocha + 10 g de FTE-Br 12 como fonte de micronutrientes e para o eucalipto foi aplicado adicionalmente 25 g de sulfato de amônio por metro linear, a 0,5 m das linhas de plantio. Após o plantio das espécies não foi realizada nenhuma adubação de manutenção.

A quantificação da biomassa de parte aérea produzida por cada espécie e em cada condição de cultivo foi realizada (em 2000) mediante o corte de 12 árvores (3 de cada espécie e em cada condição de cultivo). Desta forma, em

cada plantio, 3 árvores representantes de cada espécie foram abatidas, tendo as mesmas sido escolhidas em função de estarem dentro da parcela útil (1.000 m<sup>2</sup> centrais) e apresentarem diâmetros do tronco à altura do peito próximos a média da parcela (Quadro 1). Após o corte, as árvores tiveram seus componentes (folhas, galhos, estruturas reprodutivas e tronco) pesados e amostrados (no campo) para a determinação de umidade (em laboratório). Pelo menos 5 discos com 10 cm de largura foram retirados do tronco ao longo do seu comprimento para a mensuração de peso seco (70°C até peso constante), e posterior caracterização química. A casca foi estimada a partir da sua participação percentual na massa seca dos discos retirados dos troncos. Não foram considerados como biomassa de parte aérea os galhos mortos (sem folhas e secos).

As amostras foram moídas (moinho tipo Wiley) para determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg. Após digestão nítrico-perclórica das mesmas, o P foi determinado pelo método do ácido ascórbico (BRAGA; DEFELIPO, 1974); o K por fotometria de chama; e o Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica. O N foi determinado pelo método da destilação à vapor (Kjeldhal), após mineralização com ácido sulfúrico.

Quadro 1. Diâmetro médio do tronco à altura do peito<sup>1</sup> (DAP, cm) ± erro padrão das espécies avaliadas em condições de plantio puro e consorciado.

Espécie/plantio	DAP
	---- cm ----
Guachapele – puro	10,1 ± 0,7
Guachapele- consórcio	8,3 ± 0,4
Eucalipto – puro	12,4 ± 0,9
Eucalipto – consórcio	16,0 ± 1,1

<sup>1</sup> DAP de 30 árvores do centro de cada plantio.

Para o cálculo de produção da biomassa do tronco, para cada árvore, pesou-se toda a porção do tronco a partir da superfície do solo até o ápice deste (eucalipto) ou da ramificação de maior altura (guachapele), incluindo casca e lenho. A estimativa de casca produzida (Mg ha<sup>-1</sup>) foi realizada pela multiplicação do valor percentual da casca nos discos avaliados para peso seco já

mencionados. A biomassa dos diferentes componentes e a total produzida (por espécie), em  $\text{Mg ha}^{-1}$ , foi estimada a partir do valor médio encontrado para cada espécie e tomando-se por base o número de plantas em seus respectivos plantios, desconsiderando-se percentuais de mortalidade.

Analisou-se o comportamento e as diferenças de cada uma das espécies nos diferentes sistemas de plantio por meio do teste-t, utilizando-se o programa Sigmastat. A matéria seca dos diferentes compartimentos, ou total produzida pelas espécies e seus respectivos teores de N, P, K, Ca e Mg, em cada sistema, foram comparados ao nível de 5, 1 e 0,1% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

À exceção do componente casca, o eucalipto produziu em consórcio, quantidade semelhante ( $p > 0,05$ ) de biomassa dos demais componentes da parte aérea, comparativamente ao seu plantio puro, embora a tendência à superioridade tenha sido observada no plantio misto (Tabela 2). Esse comportamento, evidenciado também por Balieiro et al. (2002) ao avaliarem os mesmos plantios aos cinco anos de idade, se deve basicamente aos padrões de crescimento diferenciado das espécies e à arquitetura de suas copas, que beneficiam o eucalipto na captação de luz. O fato de a leguminosa fixar  $\text{N}_2$  atmosférico e fornecer folheto mais rico em nutrientes (N, principalmente) favorece a decomposição desse resíduo no solo (FROUFE, 1999; BALIEIRO et al., 2004) e a disponibilização de nutrientes, o que em parte também pode estar beneficiando o eucalipto. Binkley et al. (1992) avaliando o desenvolvimento de *E. saligna* e *Albizia falcataria* no Havaí sob consórcio, em diferentes proporções de plantio, encontraram resultados semelhantes, ou seja, de que a leguminosa beneficiou o desenvolvimento do eucalipto, intensificando a ciclagem de nutrientes naqueles plantios.

A guachapele encontrou condições de competição mais acentuadas no plantio consorciado (competição interespecífica), se desenvolvendo menos nessa condição de plantio. Com isso, foi possível encontrar valores significativamente superiores ( $p \leq 0,01$ ) dos diferentes compartimentos avaliados da guachapele (à exceção das folhas:  $p = 0,06$ ) em condições de plantio puro

(Tabela 2). Porém, mesmo com o eucalipto dominando o extrato superior aéreo do plantio, a leguminosa conseguiu se beneficiar da fixação biológica de N<sub>2</sub> e intensificar a dinâmica da serapilheira (BALIEIRO et al., 2004; BALIEIRO et al., 2008). Segundo esses autores, a estimativa da porcentagem de N derivado da fixação biológica de N atmosférico (%Ndfa) para guachapele, em condições de plantio puro, variou de 17 a 36%, enquanto que, em condições de plantio consorciado, foi de 35 a 60% e que a concentração de N nas folhas senescentes estava positivamente relacionada com a taxa de decomposição, sendo essa decrescente da guachapele para o eucalipto; a meia vida (t<sub>1/2</sub>) dos resíduos diferiu significativamente (p < 0.05), sendo de 148, 185 e 218 dias para as folhas de guachapele, mistura das duas espécies e eucalipto, respectivamente. A liberação dos nutrientes (principalmente N, K e Mg) das folhas seguiu a mesma ordem da t<sub>1/2</sub> devido à qualidade inicial das mesmas (BALIEIRO et al., 2008).

Tabela 2. Massa seca dos componentes da parte aérea seca de guachapele e eucalipto aos 7 anos de idade<sup>1</sup>, cultivados isoladamente ou consorciados. Valor entre parênteses refere-se ao coeficiente de variação de cada compartimento, em %.

Espécie	Plantio	Folhas	Galhos	Est. Reprod.	Casca	Lenho	Total
----- t ha <sup>-1</sup> -----							
Guachapele	Monocultivo	2,1 a (22,5)	10,0 a (17,3)	-	9,03 a	74,29 a (19,0)	95,42 a (15,8)
Guachapele	Consórcio	1,2 a (28,4)	3,1 b (8,2)	-	1,94 b	21,44 b (35,9)	27,71 b (31,8)
Eucalipto	Monocultivo	2,5 a (42,0)	6,4 a (54,7)	0,05 a (151,4)	15,10 a	158,68 a (13,2)	182,79 a (15,1)
Eucalipto	Consórcio	6,6 a (47,0)	10,3 a (12,9)	0,89 a (103,3)	13,27 a	169,27 a (20,1)	200,31 a (20,7)

<sup>1</sup> Considerando 100% de sobrevivência. Letras diferentes, numa mesma coluna e para cada espécie, indicam diferenças significativas a 1% de probabilidade pelo teste-t. Coeficiente de variação geral do experimento (C.V.) = 53,5% (folhas); 27,8% (galhos); 35,4% (casca); 127,3% (est. reprod.); 19,3% (lenho) e C.V. = 20,8% (total).

O padrão de partição de biomassa das espécies seguiu o comportamento normalmente esperado de acúmulo para espécies arbóreas em idade avançada, ou seja acumulação preferencial no tronco. Constatou-se a tendência da guachapele em alocar mais biomassa nos galhos quando comparados a casca; comportamento inverso ao verificado no eucalipto (Tabela 2). O eucalipto produziu mais biomassa de galhos em plantio misto do que em plantio puro, onde a competição intraespecífica foi elevada, evidenciando-a importância da seleção de espécies a serem utilizadas com o eucalipto para que a derrama ocorra de forma eficiente e natural.

Considerando a baixa fertilidade do solo e a ausência de adubação de manutenção aos plantios, pôde ser observado que a quantidade de madeira produzida pelo eucalipto em ambas as condições de plantio (Tabela 2) e o seu incremento médio anual (22,7 e 24,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, puro e consorciado, respectivamente), podem ser considerados razoáveis se comparado com o observado em outras regiões do Brasil (REIS; BARROS, 1990; ABRAF, 2009).

Independentemente do nutriente e compartimento analisado, observou-se maiores concentrações de nutrientes em tecidos de guachapele (Tabela 3), confirmando o padrão anteriormente observado na avaliação aos cinco anos após o plantio (BALIEIRO et al., 2002). Porém, quando se avalia os sistemas de manejo (consórcio vs. monocultivo) há tendência (embora quase sempre sem significância) de diminuição dos teores dos nutrientes em ambas as espécies, quando em consórcio. A exceção é o tronco do eucalipto, que tendeu absorver e estocar mais nutrientes em condição de consórcio, comparativamente ao seu monocultivo.

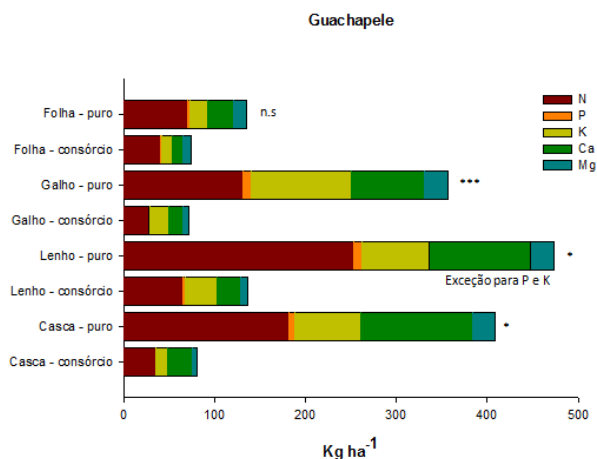
A acumulação de nutrientes, para cada espécie, acompanhou o acúmulo de biomassa das mesmas (Figuras 1 e 2). A guachapele apresentou menor acúmulo de nutrientes sob condições de plantio consorciado devido ao reduzido crescimento (Figura 1). Em função da elevada capacidade de acumulação de biomassa, as quantidades de nutrientes acumulados pelo eucalipto foram bastante superiores ao da leguminosa, especialmente sob condições de plantio consorciado (Figura 2).

Quadro 3. Teores (g kg<sup>-1</sup>) de N, P, K, Ca e Mg nos diferentes compartimentos da parte aérea de guachapele e eucalipto em plantios puros e consorciados. Média de 3 repetições.

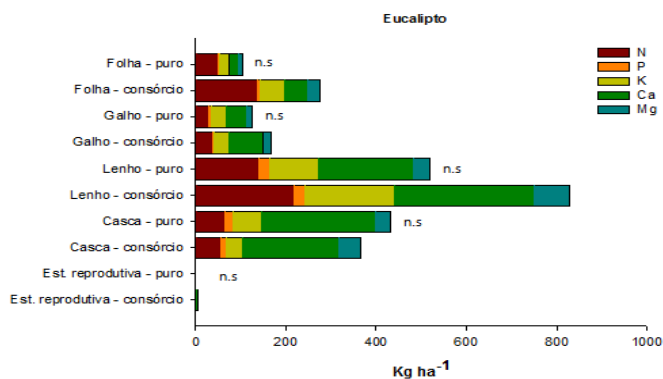
Espécie	Plantio	N	P	K	Ca	Mg
<b>Folhas</b>						
<i>P. guachapele</i>	Monoc.	33,50 a	1,10 a	9,17 a	14,00 a	6,33 a
<i>P. guachapele</i>	Cons.	33,02 a	1,09 a	9,17 a	10,17 a	7,42 a
<i>E. grandis</i>	Monoc.	20,37 a	0,93 a	8,67 a	7,50 a	4,00 a
<i>E. grandis</i>	Cons.	20,89 a	1,01 a	8,33 a	7,67 a	3,98 a
<b>Galhos</b>						
<i>P. guachapele</i>	Monoc.	13,10 a	0,97 a	11,00 a	8,00 a	2,65 a
<i>P. guachapele</i>	Cons.	9,02 b	0,36 b	6,67 b	5,00 a	1,97 a
<i>E. grandis</i>	Monoc.	4,67 a	0,56 a	5,33 a	7,00 a	1,73 a
<i>E. grandis</i>	Cons.	3,53 b	0,36 a	3,17 a	7,00 a	1,77 a
<b>Lenho</b>						
<i>P. guachapele</i>	Monoc.	3,41 a	0,12 a	1,00 a	1,50 a	0,35 a
<i>P. guachapele</i>	Cons.	3,02 a	0,13 a	1,67 a	1,17 a	0,40 a
<i>E. grandis</i>	Monoc.	0,88 b	0,16 a	0,67 a	1,33 a	0,23 a
<i>E. grandis</i>	Cons.	1,28 a	0,16 a	1,17 a	1,83 a	0,45 b
<b>Casca</b>						
<i>P. guachapele</i>	Monoc.	20,09 a	0,77 a	8,00 a	13,67 a	2,77 a
<i>P. guachapele</i>	Cons.	17,90 a	0,58 b	6,17 a	14,17 a	2,73 a
<i>E. grandis</i>	Monoc.	4,31 a	1,23 a	4,17 a	16,67 a	2,18 a
<i>E. grandis</i>	Cons.	4,15 a	0,93 a	2,67 b	16,17 a	3,67 a
<b>Estrutura reprodutiva</b>						
<i>E. grandis</i>	Monoc.	5,27 a	0,48 a	5,00 a	4,00 a	1,18 a
<i>E. grandis</i>	Cons.	0,31 b	0,33 b	2,50 b	1,50 b	0,60 a

<sup>1</sup> Letras diferentes, numa mesma coluna, para cada espécie e componente, diferem a 5% de probabilidade pelo teste-t.

A ordem de acumulação dos nutrientes foi de N > Ca > K > Mg > P para a leguminosa, ordem essa também observada para várias outras espécies leguminosas (HALENDÁ, 1989; FORTES, 2000; BALIEIRO et al., 2004) e não leguminosas como o eucalipto (REZENDE et al., 1983; REIS et al., 1987; REIS; BARROS, 1990) e de Ca > N > K > Mg > P para a cultura do eucalipto.



**Figura 1.** Acúmulo de N, P, K, Ca e Mg (kg ha<sup>-1</sup>) nos diferentes compartimentos da parte aérea *P. guachapele* aos sete anos de idade e condições de plantio puro e consorciado com *E. grandis*. n.s.: diferença não significativa entre o total acumulado no compartimento do plantio puro e consorciado; \*, \*\*\*, diferença significativa entre o total acumulado no compartimento do plantio puro e consorciado ao nível de 5 e 0,1% de probabilidade.



**Figura 2.** Acúmulo de N, P, K, Ca e Mg (kg ha<sup>-1</sup>) nos diferentes compartimentos da parte aérea *E. grandis* aos sete anos de idade e condições de plantio puro e consorciado com *P. guachapele*. n.s.: diferença não significativa entre o total acumulado no compartimento do plantio puro e consorciado; \*, \*\*\*, diferença significativa entre o total acumulado no compartimento do plantio puro e consorciado ao nível de 5 e 0,1% de probabilidade.



Em conjunto com a casca, o lenho das espécies continha de 48 a 88% dos nutrientes absorvidos. O eucalipto, em consórcio acumulou 41,7% mais nutrientes do que no plantio puro (Figura 2), o que pode estar relacionado com o aumento na taxa de decomposição da serapilheira mais rica em N devido a contribuição da leguminosa (BALIEIRO et al., 2004b), e conseqüentemente a maior absorção pelo eucalipto. A distribuição espacial das raízes das espécies (lateral e verticalmente) e interações biológicas como compartilhamento de hifas de fungos micorrízicos passíveis de transferir nutrientes entre as espécies, são razoáveis de serem especuladas como justificativa para a maior acumulação de nutrientes do eucalipto.

O maior acúmulo de nutrientes sob condição de plantio consorciado parece indicar que o tempo de rotação do eucalipto, nas condições em que foram desenvolvidos os trabalhos, seja inferior aos sete anos, pois conforme Balieiro et al. (2002) detectaram (aos 5 anos) o eucalipto acumulou menos nutrientes por unidade de biomassa acumulada (maior coeficiente de utilização biológica, CUB) no plantio misto, o que favoreceria menores exportações de nutrientes da área, para uma mesma quantidade de biomassa produzida.

## Conclusões

1. O plantio consorciado de eucalipto com guachapele permitiu a manutenção da produtividade de biomassa do eucalipto, comparativamente ao plantio puro, mesmo estando com metade da população do plantio puro;
2. o eucalipto acumulou mais nutrientes em condições de consórcio, evidenciando possível intensificação da ciclagem de nutrientes no sistema implantado.

## Referências

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2008. Brasília: ABRAF, 2009. 120 p.
- BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. E.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Accumulation and distribution of aboveground biomass and nutrients under pure and mixed stands of *Pseudosamanea guachapele* Dugand and *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, p. 2639-2654, 2002.
- BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; DIAS, L. E.; PEREIRA M. G.; FARIA, S. M.; ALVES, B. J. R. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 597-601, 2004.
- BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. E.; CAMPELLO, E. F.; FARIA, S. M. Throughfall and stemflow nutrient contents in mixed and pure plantations of *Acacia mangium*, *Pseudosamanea guachapele* and *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 339-346, 2007.
- BALIEIRO, F. C.; ALVES, B. J. R.; PEREIRA, M. G.; FRANCO, A. A.; FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. Biological nitrogen fixation and nutrient release from litter of the guachapele leguminous tree under pure and mixed plantation with eucalyptus. **Cerne**, Lavras, v. 14, p. 185-193, 2008a.
- BALIEIRO, F. C.; PEREIRA, M. G.; FRANCO, A. A.; ALVES, B. J. R.; RESENDE, A. S. Soil carbon and nitrogen in afforested pasture with eucalyptus and guachapele. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1253-1260, 2008b.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica do fósforo em extrato de solo e planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, p. 73-85, 1974.
- BRINKLEY, D. et al. Production and nutrient cycling in mixed plantation of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. **Forest Science**, v. 38, n. 2, p. 393-408, 1992.

COELHO, S. R. F. et al. Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 759-768, 2007.

DEBELL, D. S.; COLE, T. G.; WHITESELL, G. D. Growth, development, and yield in pure and mixed stands of Eucalyptus and Albizia. **Forest Science**, v. 43, n. 2, p. 286-298, 1997.

DIAS, P. F., SOUTO, S. M., AZEVEDO, B. C., VIEIRA, M. S., COLOMBARI, A. A., FRANCO, A. A. Estabelecimento de leguminosas arbóreas em pastos de capim-marandu e Tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n.10, p.1413-1419, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p.

FORRESTER, D. I.; BAUHUS, J.; COWIE, A. L. 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**, v. 209, n. 1/2, p. 147-155, 2005.

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

FORTES, J. L. O. **Reabilitação de depósito de rejeito do refino de bauxita com o uso de resíduos industriais e leguminosas arbóreas**. 2000. 185 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FROUFE, L. C. M. **Decomposição de serapilheira e aporte de nutrientes em plantios puros e consorciados de Eucalyptus grandis Maiden, Pseudosamanea guachapele Dugand e Acacia mangium Willd**. 1999. 73 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

HALENDÁ, C. Nutrient content of an Acacia mangium plantation. **Nitrogen Fixing Tree Research Report**, v.7, p. 46-48, 1989.

LACLAU, J. P et al. Mixed-species plantations of *Acacia mangium* and *Eucalyptus grandis* in Brazil. 1. Growth dynamics and aboveground net primary production. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, p. 3905-3917, 2008.

LEITE, F. P. **Crescimento, relações hídricas, nutricionais e lumínicas em povoamentos de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais.** 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MATTOS, C. C. L.; SILVA, M. A. R.; OLIVEIRA, M. N.; COMBAT, I. B. Boletim Agrometeorológico. **Floresta Ambiente**, Seropédica, v. 5, p. 208-215, 1998.

RAMOS, D. P.; CASTRO, A. F.; CAMARGO, M. N. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 8, p. 1-27, 1973 (Série Agronomia).

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F.; KIMMINS, J. P. Acúmulo de nutrientes em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex-Maiden) plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, p. 1-15, 1987.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto.** Viçosa-MG: Folha de Viçosa, 1990. p. 265-301.

RESENDE, A. S.; MACEDO, M.; CAMPELLO, E. F. C., FRANCO, A. A. Recuperação de áreas degradadas através da reengenharia ecológica. In: GARAY, I.; BECKER, B. K. (Org.). **Dimensões humanas da biodiversidade: O desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI.** Petrópolis: Vozes, 2006. p. 315-340.