

COMPARAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA E DE OUTROS ATRIBUTOS DO SOLO ENTRE PLANTAÇÕES DE *Acacia mangium* E *Eucalyptus grandis*⁽¹⁾

I. GARAY⁽²⁾, A. KINDEL⁽³⁾, R. CARNEIRO⁽⁴⁾, A. A. FRANCO⁽⁵⁾,
E. BARROS⁽⁶⁾ & L. ABBADIE⁽⁷⁾

RESUMO

Espécies de eucalipto e acácia são amplamente utilizadas em plantios agroflorestais e reflorestamentos. Com o intuito de comparar a reconstituição das camadas orgânicas do solo, *i.e.*, dos horizontes húmicos, estabelecendo-se uma relação com propriedades edáficas, sob plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*, foram feitas coletas dos horizontes holorgânicos e hemiorgânicos do solo. Os referidos plantios encontravam-se na região de Tabuleiros Terciários no norte do estado do Espírito Santo e pertenciam à Reserva Natural da Vale do Rio Doce. As coletas foram feitas quando os plantios tinham sete anos de idade, em quatro estações. *Acacia mangium* apresentou maior estoque de folhço (10 t ha⁻¹, em média), tanto na camada L, de folhas inteiras, como na camada F, de folhas fragmentadas, do que *Eucalyptus grandis* (5 t ha⁻¹, em média). O material foliar em acácia apresentou menor relação C/N que o de eucalipto, cerca da metade, decorrente dos maiores teores de nitrogênio. Quanto às análises químicas de carbono e nutrientes, no solo sob *Acacia mangium*, foram observadas, de modo geral, maiores quantidades destes elementos que no solo sob *Eucalyptus grandis* (*e.g.*, carbono: 1,74 dag kg⁻¹ vs 1,23 dag kg⁻¹ e cálcio: 3,34 cmol_c kg⁻¹ vs 2,75 cmol_c kg⁻¹). O conjunto destes resultados evidencia que os aportes orgânicos sob *Acacia mangium* em relação a *Eucalyptus grandis* foram responsáveis pela maior incorporação de matéria orgânica e nutrientes ao solo. Estes dados, no entanto, comparados aos obtidos em estudos na floresta primária, mostraram que o carbono e os nutrientes do solo, em ambas as plantações, são menores que na floresta, evidenciando que, após sete anos de plantio, os teores de fertilidade e matéria orgânica do subhorizonte A₁₁ não estavam restabelecidos.

Termos de indexação: acácia, decomposição, eucalipto, serapilheira, relação C/N.

⁽¹⁾ Trabalho financiado pelo CNPq, Fundação José Bonifácio, FAPERJ e PROBIO. Recebido para publicação em janeiro de 2001 e aprovado em maio de 2003.

⁽²⁾ Professora Adjunta do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Instituto de Biologia, CCS/ UFRJ, Ilha do Fundão, CEP 21941-590 Rio de Janeiro (RJ). E-mail: garay@biologia.ufrj.br

⁽³⁾ Pesquisadora Associada da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, CEP 22460-000 Rio de Janeiro (RJ). Bolsista da FAPERJ. E-mail: akindel@cnps.embrapa.br

⁽⁴⁾ Engenheiro Florestal e Técnico do Departamento de Botânica, UFRJ.

⁽⁵⁾ Pesquisador da Embrapa Agrobiologia. Rod. BR 465, Km 47, CEP 23851-970 Seropédica (RJ). E-mail: avilio@cnpab.embrapa.br

⁽⁶⁾ Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Av. André Araújo 2936, Petrópolis, CEP 69083-000 Manaus (AM). E-mail: ebarros@inpa.gov.br

⁽⁷⁾ Pesquisador École Normal Supérieure – ENS. Laboratoire d'Ecologie, ENS, 46, rue d'Ulm, 75005, Paris, França. E-mail: abbadie@biologie.ens.fr

SUMMARY: *COMPARISON OF ORGANIC MATTER AND OTHER SOIL PROPERTIES IN Acacia mangium AND Eucalyptus grandis PLANTATIONS*

Eucalyptus and Acacia species are widely used in agrosilviculture and reforestry practices. In order to evaluate the reconstitution of organic soil layers – i.e. the humic horizons – and establish relationships to the soil properties, the holorganic and hemiorganic horizons were sampled under Acacia mangium and Eucalyptus grandis plantations. These plantations lie in the Tertiary Tableland region in the North of Espírito Santo State, Brazil, and are part of the Natural Reservation Area of the Vale do Rio Doce Company. Samples were collected in seven-year-old plantations in four seasons. Acacia mangium presented a higher litter stock (mean of 10 t ha⁻¹) in both the L (undecomposed leaves) and the F layer (fragmented leaves) than Eucalyptus grandis (mean of 5 t ha⁻¹). The foliar material of Acacia also presented smaller C/N ratios than Eucalyptus, almost half as small, due to higher nitrogen contents. In regard to the chemical analyses of carbon and nutrients, higher quantities of the elements were observed in the soil under Acacia mangium than under Eucalyptus grandis (e.g., carbon: 1.74 vs 1.23 dag kg⁻¹ and calcium: 3.34 vs 2.75 cmol_c kg⁻¹). This set of results suggests that the organic contribution of Acacia mangium was responsible for higher organic matter and nutrient inputs in the soil than Eucalyptus grandis. However, when these data were compared to those found in studies of primary forest, carbon and nutrient soil contents in both plantations were smaller than in the forest, indicating that after seven years fertility and organic matter of the A₁₁ horizon had not been reestablished in the plantations.

Index terms: acacia, C/N ratio, decomposition, eucalyptus, litter.

INTRODUÇÃO

Considerando ter sido mais de 90 % da cobertura vegetal da Mata Atlântica já devastada, o plantio tanto de espécies nativas como de espécies agroflorestais é importante não só para garantir a recuperação de áreas degradadas, mas também para contribuir com um estoque madeireiro alternativo. Espécies de eucalipto têm sido empregadas em larga escala em reflorestamentos e agrossilviculturas desde o início do século passado; todavia, sua expansão tem sido impulsionada a partir de meados da década de 60 com o estabelecimento do programa de incentivos fiscais, que visava à sua utilização como matéria-prima nas indústrias, sobretudo para obter celulose e energia (Lima, 1987). O rápido crescimento desta árvore, sua adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas e a ampla gama de sua utilização explicam o sucesso obtido por esta espécie.

Segundo levantamento feito por Higa & Higa (2000), espécies de acácia também vêm sendo empregadas para o estabelecimento de plantações florestais. O interesse por leguminosas arbóreas é despertado por seu poder de fixação de nitrogênio atmosférico e a simbiose com fungos micorrízicos, o que facilita seu estabelecimento em solos pobres em nutrientes e matéria orgânica (Franco et al., 1995). Como a fertilidade dos solos tropicais depende fortemente da qualidade e quantidade dos estoques

orgânicos aportados ao solo, o conhecimento da reconstituição das camadas orgânicas do solo ou horizontes húmicos, relacionados com propriedades edáficas, traz informações relevantes para o futuro manejo destes plantios arbóreos (Garay & Kindel, 2001; Kindel & Garay, 2002).

Nesta perspectiva, avaliaram-se as diferenças dos solos sob uma plantação de *Acacia mangium* e outra de *Eucalyptus grandis* em região de Tabuleiros Terciários no norte do Espírito Santo. Estes resultados foram confrontados aos observados em estudos feitos na floresta primária que predomina na região, a Mata Atlântica de Tabuleiros, e que se encontra sob as mesmas condições climáticas e sobre o mesmo tipo de solo que as plantações (Kindel et al., 1999; Kindel & Garay, 2001). Desta forma, o efeito de cada um destes plantios na matéria orgânica e outros atributos do solo poderá ser mais bem compreendido.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das áreas de estudo

As plantações de *Acacia mangium* Wild e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maid estavam instaladas na Reserva Natural da Vale do Rio Doce, localizada entre os municípios de Linhares e São Mateus, no

norte do estado do Espírito Santo. O relevo desta região é caracterizado por uma seqüência de colinas tabulares, formadas por sedimentos terciários, e que atingem, em média, 70-80 m de altitude (Meis, 1976). O clima da reserva apresenta estação chuvosa no verão e seca no inverno, sendo a precipitação média anual de 1.100 mm, enquanto a temperatura média anual é de 23°C, média máxima e mínima de 34 e 15 °C, respectivamente; e a umidade relativa do ar de 83 %. A vegetação do entorno corresponde à Floresta Atlântica de Tabuleiros e apresenta características únicas que a distinguem da Floresta Atlântica típica, isto é, a que recobre a região serrana (Rizzini et al., 1997). O solo predominante é o Argissolo Amarelo, ocupando as áreas em relevo plano ou suave ondulado. Este solo apresenta um horizonte A moderado, que alcança 17 cm, e um B textural, que atinge quase 2 m, sendo bem drenado. A capacidade de troca catiônica, assim como a soma de bases, é baixa, caracterizando a pobreza química deste solo (Garay et al., 1995b).

A plantação de *A. mangium* era constituída de diversos talhões com espaçamentos distintos, dentre os quais três parcelas de 21 x 21 m com 49 árvores em cada parcela, separadas as árvores 3 m uma da outra. A plantação de *E. grandis* era constituída de uma parcela única de 1 ha, enquanto o espaçamento entre as árvores era de 3,0 x 2,7 m. As covas para o plantio de *A. mangium* foram tratadas com superfosfato simples (225 g por cova) e as covas para o plantio de *E. grandis* com 120 g de superfosfato simples e 50 g de 25-00-25 de NPK em cobertura (a fonte de N do formulado é a uréia e a fonte de K é o KCl), 180 dias após o plantio.

Amostragem

Em cada uma das parcelas de *A. mangium*, as árvores foram numeradas de 1 a 49 e usadas, como referência, para a amostragem aleatória. As amostragens na parcela de *E. grandis* foram feitas ao longo de um transecto, a intervalos aleatórios, com no mínimo uma distância de 5 m entre os pontos amostrais. O método empregado foi o mesmo que para o estudo das formas de húmus, descrito em Kindel & Garay (2001; 2002). As amostragens foram feitas em agosto e novembro de 1991 e fevereiro e junho de 1992, em um total de 13 amostras por estação, e consistiam da coleta dos horizontes holorgânicos e hemiorgânicos. Os horizontes holorgânicos, camada L e camada F, foram coletados dentro de um quadrado de 25 x 25 cm. Os horizontes hemiorgânicos, subdivididos de 0 a 4-6 cm (ou subhorizonte A₁₁) e de 4-6 a 14-16 cm (ou subhorizonte A₁₂) de profundidade, foram coletados, respectivamente, no mesmo quadrado e em um cilindro de 10 cm de diâmetro por 10 cm de altura. A espessura do subhorizonte A₁₁ foi determinada de acordo com o arado utilizado no preparo da terra para o plantio.

Análise dos horizontes holorgânicos

A separação dos horizontes holorgânicos foi feita de acordo com as características macromorfológicas (Babel, 1975; Garay et al., 1995a,b), sendo diferenciados da seguinte forma: camada L, as folhas são recém-caídas e não fragmentadas; camada F, o folhíço é composto de fragmentos de fácil identificação, e a camada apresenta pequenas quantidades de material orgânico fino menor que 2 mm. Este material foi seco em estufa a 60 °C e pesado. A percentagem de matéria orgânica de cada horizonte foi estimada, queimando-se, em mufla a 550 °C, por quatro horas, de 0,2 a 0,4 g de material foliar moído. Os teores de carbono e nitrogênio foram determinados em aparelhos denominados, respectivamente, de CARMOGRAF e TECATOR Kjeltex Auto 1030 Analyzer. Para estas análises, foram preparadas amostras compostas, a partir de três subamostras.

Análise dos horizontes hemiorgânicos

As amostras dos horizontes hemiorgânicos foram secas e peneiradas no laboratório. A fração inferior a 2 mm dos subhorizontes A₁₁ e A₁₂ foi enviada para a EMBRAPA-Agrobiologia (Seropédica, RJ.), onde foram realizadas as análises químicas de carbono, nitrogênio e fertilidade (EMBRAPA, 1979).

Análise estatística

Para testar a significância entre as duas plantações, utilizou-se o teste t de Student após normalização dos dados pela transformação " $x = \sqrt{x}$ ". Quando o "n" amostral era pequeno, como no caso das amostras compostas de folhíço para a determinação da percentagem de matéria orgânica e do teor de nitrogênio, fazia-se o uso do teste não-paramétrico U de Mann-Whitney. A correlação não-paramétrica de Pearson (*r*), que testa uma relação linear entre dois conjuntos de dados, foi feita para os atributos do horizonte A com a ajuda do programa Minitab. A significância do *r* foi calculada pela distribuição normal de média $Z = 1/2 \ln(1 + r/1 - r)$ e variância $S^2 = N - 3$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos horizontes holorgânicos

Verificou-se que a plantação de *A. mangium* acumulou mais folhíço do que a plantação de *E. grandis*, tanto na camada L como na camada F (Figura 1). Considerando o total acumulado, as diferenças entre as plantações foram mais acentuadas nos meses de novembro (16,4 vs 5,9 t ha⁻¹) e agosto (12,0 vs 6,0 t ha⁻¹) e menos acentuadas em junho (6,9 vs 3,9 t ha⁻¹) e fevereiro (6,3 vs 3,6 t ha⁻¹). Os maiores estoques observados em ambas as plantações coincidem com o período de queda foliar em uma área de Mata Atlântica de Tabuleiros vizinha

(Louzada et al., 1997). Segundo esse autor, a fenologia dos aportes está relacionada com a variação da precipitação ao longo do ano, ocorrendo maior queda de material no fim do inverno regional, notadamente em outubro, tal como nas plantações. O acúmulo de folhço nas camadas holorgânicas em um trecho primário e dois secundários da Mata de Tabuleiros foi, em média, de 4,0 e 6,0 t ha⁻¹, respectivamente (Kindel et al., 1999; Kindel & Garay, 2001). Em uma plantação de *Coffea robusta* Linden com 10 anos, também localizada nesta região, o estoque de folhço variou de 3,3 a 6,5 t ha⁻¹ (Pellens & Garay, 1999). A plantação de *A. mangium* é, portanto, a que mais acumulou matéria orgânica no solo.

O acúmulo pode ser decorrente da baixa velocidade de decomposição e, ou, do grande aporte orgânico. A velocidade de decomposição é regulada por diversos fatores, dentre eles a qualidade química do material aportado, que pode ser expressa pela relação C/N (Swift et al., 1979): ou seja, baixos teores de nitrogênio estão relacionados com uma menor velocidade de decomposição. O teor de nitrogênio das folhas pouco decompostas e que constituem a

camada L em *A. mangium* foi quase o dobro que em *E. grandis*, indicando que a qualidade do material foliar da primeira é melhor (Quadro 1). Este valor para *A. mangium* (1,56 dag kg⁻¹) está dentro dos limites observados para a Mata de Tabuleiros: 1,75 dag kg⁻¹ na Mata Alta, a mata primária, 1,27 dag kg⁻¹ na Mata de Córrego e 1,37 dag kg⁻¹ em uma capoeira que se desenvolveu após corte e queima da vegetação (Kindel & Garay, 2001). O teor de nitrogênio medido nas folhas de *E. grandis* (0,86 dag kg⁻¹, Quadro 1) foi menor que os supramencionados, estando mais próximo aos obtidos por Kindel & Garay (2002) em ecossistemas de Restinga (0,79 a 1,21 dag kg⁻¹). O maior teor deste nutriente em acácia que em eucalipto mantém-se na camada de folhas fragmentadas F e em sua fração fina.

Existe uma relação entre as altas relações C/N, ou baixos teores de nitrogênio, e o acúmulo orgânico e a presença de um Moder (forma de húmus caracterizada pela coexistência de várias camadas em diferentes estádios de decomposição) (Berthelin et al., 1994; Garay et al., 1995a,b; Kindel & Garay, 2002). Parece, portanto, que o acúmulo observado em *A. mangium* em comparação a *E. grandis* é o resultado de uma maior queda de folhas e não de uma limitação do teor de nitrogênio e, conseqüentemente, de uma menor velocidade de decomposição. De fato, um aporte foliar anual de 7,9 t ha⁻¹ foi medido por Bernhard-Reversat (1993) em uma plantação de *A. mangium* no Congo, enquanto o de eucalipto foi de apenas 4,9 t ha⁻¹. Da mesma forma, a pobreza em nitrogênio do folhço de eucalipto em relação à acácia foi verificada por esse autor.

Confrontando a média dos meses de maior acúmulo (agosto e novembro) com os de menor (fevereiro e junho), verificou-se que, no plantio de acácia, 7,5 t ha⁻¹ de matéria orgânica foram incorporadas ao solo por meio da decomposição, enquanto, em eucalipto, apenas 2,2 t ha⁻¹. A plantação de *A. mangium* contribuiu, portanto, com um grande estoque de matéria orgânica para o solo. A estimativa do estoque de nitrogênio das camadas holorgânicas foi de 162 e 42 kg ha⁻¹ em *A. mangium* e *E. grandis*,

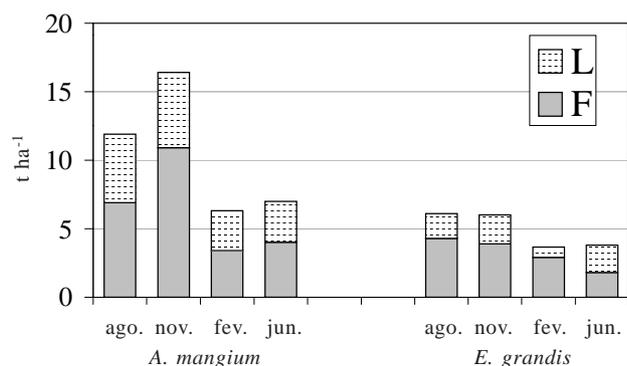


Figura 1. Estoque de matéria orgânica nas camadas holorgânicas em diferentes estádios de decomposição. L: camada de folhas inteiras e F: camada de folhas fragmentadas mais material fino menor que 2mm. n = 13. ago: agosto; nov: novembro; fev: fevereiro e jun: junho.

Quadro 1. Teor de carbono orgânico e de nitrogênio e valores da relação C/N das camadas holorgânicas

Camada	Carbono orgânico		Nitrogênio		C/N	
	<i>A. mangium</i>	<i>E. grandis</i>	<i>A. mangium</i>	<i>E. grandis</i>	<i>A. mangium</i>	<i>E. grandis</i>
dag kg ⁻¹						
L (folhas inteiras)	47,0 (0,2) ⁽¹⁾	48,5* (0,1)	1,56* (0,08)	0,86 (0,02)	30,3 (1,4)	56,4* (0,9)
F (fragmentos)	39,4 (3,3)	47,2* (0,3)	1,69* (0,10)	0,98 (0,03)	23,5 (1,8)	48,4* (1,5)
F (fração fina)	19,9 (2,0)	15,1 (0,3)	1,08* (0,11)	0,50 (0,01)	18,5 (0,3)	30,6* (0,3)

⁽¹⁾ Os números correspondem à média ± (erro (s/√n)). Significância pelo teste U entre as plantações.

*: Significativo a 5%. n = 3. O teste aparece na coluna com o maior valor.

respectivamente. Este dado para acácia foi similar aos calculados por Gama-Rodrigues et al. (1999) em alguns plantios de espécies nativas do sudeste da Bahia. Para eucalipto, no entanto, o estoque de nitrogênio contido na serapilheira ficou bem abaixo dos verificados por esses autores.

Análise dos horizontes hemiórgânicos

Comparação entre as plantações: Considerando a pouca variabilidade estacional, os dados foram agrupados em uma média (Quadro 2). As concentrações de C, N, P e a soma de bases (SB) foram sempre maiores no subhorizonte A₁₁ da plantação de *A. mangium* que no da de *E. grandis*, excetuando-se o cálcio e o magnésio trocáveis e a SB no subhorizonte A₁₂. O cálcio é a base que alcança as maiores concentrações, o que é observado também no solo da Floresta de Tabuleiro, embora, nesta floresta, seus valores estejam próximos de 8,84 cmol_c kg⁻¹ (Kindel et al., 1999; Kindel & Garay, 2001), enquanto, nas plantações, não ultrapassam 3,34 cmol_c kg⁻¹. Sódio e potássio tiveram as menores concentrações, e magnésio intermediárias, também como na área de floresta. Este padrão (Ca > Mg > K > Na) corresponde ao observado para a análise química da serapilheira daquelas diferentes coberturas agroflorestais em região de tabuleiros na Bahia (Gama-Rodrigues et al., 1999).

Estes fatos demonstram a íntima relação da vegetação com o solo. Na região de estudo, o solo é, quimicamente, muito pobre, sendo, portanto, a maior parte dos nutrientes proveniente da vegetação: nota-

se como os nutrientes estão bem correlacionados com o teor de C do horizonte A (Quadro 3). Sendo assim, a maior soma de bases encontrada no subhorizonte A₁₁ de *A. mangium* que no de *E. grandis* está relacionada, como mencionado, com a maior quantidade de matéria orgânica observada tanto no horizonte holórgânico como no hemiórgânico nesta plantação (Quadro 2 e 3).

O teor de C está relacionado com os valores de capacidade de troca catiônica (CTC), muito importante para a manutenção da fertilidade deste Argissolo Amarelo (Quadro 3). As percentagens de saturação por bases (V) foram maiores em *E. grandis* que em *A. mangium*, em virtude da menor CTC em *E. grandis*, decorrente do menor teor de carbono observado no solo do eucaliptal. Esta maior percentagem de saturação por bases também condiciona o pH mais alto observado em *E. grandis* (Quadro 3).

Comparação das plantações com a floresta: Trabalhando em florestas primárias e interferidas da região de Tabuleiros, Garay et al. (1995a,b), Kindel et al. (1999) e Kindel & Garay (2001; 2002) encontraram um gradiente nas quantidades de carbono e nutrientes nos horizontes hemiórgânicos: maiores teores destes elementos foram encontrados no subhorizonte A₁₁ (Figura 2). Ficou demonstrado que os teores de C eram de quatro a cinco vezes maiores no subhorizonte A₁₁ que no subhorizonte A₁₂ da floresta primária (e.g., 3,71 dag kg⁻¹ no A₁₁ vs 0,71 dag kg⁻¹ no A₁₂). Para o N, o P e a SB, estas diferenças eram de duas a quase seis vezes entre os subhorizontes (e.g., P: 14,3 mg kg⁻¹ no A₁₁ vs 2,5 mg kg⁻¹ no A₁₂).

Quadro 2. Características químicas da fração fina do subhorizonte A₁₁ e subhorizonte A₁₂

Sub-horiz.	C	N	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SB	CTC	V	C/N	pH (H ₂ O)
	— dag kg ⁻¹ —	mg kg ⁻¹		cmol. kg ⁻¹						%		
<i>Acacia mangium</i>												
A ₁₁	1,74 (0,05) ⁽¹⁾	0,15 (0,00)	3,70 (0,41)	3,34 (0,13)	1,50 (0,04)	0,05 (0,00)	0,18 (0,01)	5,07 (0,16)	9,59 (0,22)	52,6 (0,91)	11,8 (0,18)	4,89 (0,04)
A ₁₂	1,19 (0,02)	0,11 (0,00)	2,58 (0,27)	1,77 (0,14)	0,90 (0,05)	0,05 (0,00)	0,13 (0,01)	2,85 (0,18)	6,83 (0,18)	40,5 (1,76)	11,3 (0,25)	4,61 (0,07)
<i>Eucalyptus grandis</i>												
A ₁₁	1,23 (0,04)	0,10 (0,00)	1,86 (0,09)	2,75 (0,15)	1,25 (0,05)	0,04 (0,00)	0,11 (0,00)	4,15 (0,19)	6,76 (0,22)	60,0 (1,39)	13,8 (1,25)	5,39 (0,04)
A ₁₂	0,76 (0,03)	0,08 (0,00)	1,80 (0,09)	1,75 (0,15)	0,77 (0,05)	0,04 (0,00)	0,08 (0,00)	2,64 (0,19)	5,04 (0,22)	50,1 (1,89)	9,85 (0,31)	5,08 (0,06)
Teste t entre as plantações ⁽²⁾												
A ₁₁	***	***	***	**	***	**	***	***	***	***	ns	***
A ₁₂	***	***	**	ns	ns	**	***	ns	***	***	***	***

⁽¹⁾ Os números correspondem à média ± (erro (s/√n)) dos dados coletados nas quatro estações. ⁽²⁾ Significância pelo teste t de Student para *A. mangium* vs *E. grandis*. SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; V: índice de saturação por bases. n = 52. ns: Não-significativo a 5 %. *, ** e ***: Significativos a 5, 1, 0,1 %, respectivamente.

Quadro 3. Correlação de Pearson (r) entre as propriedades edáficas do horizonte A

	C	N	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SB	CTC	V	C/N
C											
N	0,86 ****										
P	0,28 ****	0,33 ****									
Ca ²⁺	0,69 ****	0,65 ****	0,23 ***								
Mg ²⁺	0,69 ****	0,58 ****	0,18 **	0,80 ****							
Na ⁺	0,45 ****	0,39 ****	-0,11 ns	0,33 ****	0,34 ****						
K ⁺	0,47 ****	0,45 ****	0,27 ****	0,47 ****	0,43 ****	0,23 **					
SB	0,73 ****	0,66 ****	0,23 ***	0,98 ****	0,88 ****	0,36 ****	0,51 ****				
CTC	0,89 ****	0,82 ****	0,29 ****	0,82 ****	0,80 ****	0,48 ****	0,52 ****	0,86 ****			
V	0,22 **	0,18 **	0,05 ns	0,75 ****	0,65 ****	0,08 ns	0,24 ***	0,75 ****	0,32 ****		
C/N	0,19 **	-0,20 **	-0,01 ns	0,13 ns	0,25 ***	0,03 ns	0,03 ns	0,17 *	0,14 ****	0,15 *	
pH	0,01 ns	-0,03 ns	-0,07 ns	0,55 ****	0,43 ****	0,02 ns	0,14 *	0,53 ****	0,10 ns	0,84 ****	0,13 ns

(1) Significância do r dada pela distribuição normal: $n = 205$. ns: Não-significativo a 5%. *, **, *** e ****: Significativos a 5, 1, 0,1, 0,01 %, respectivamente.

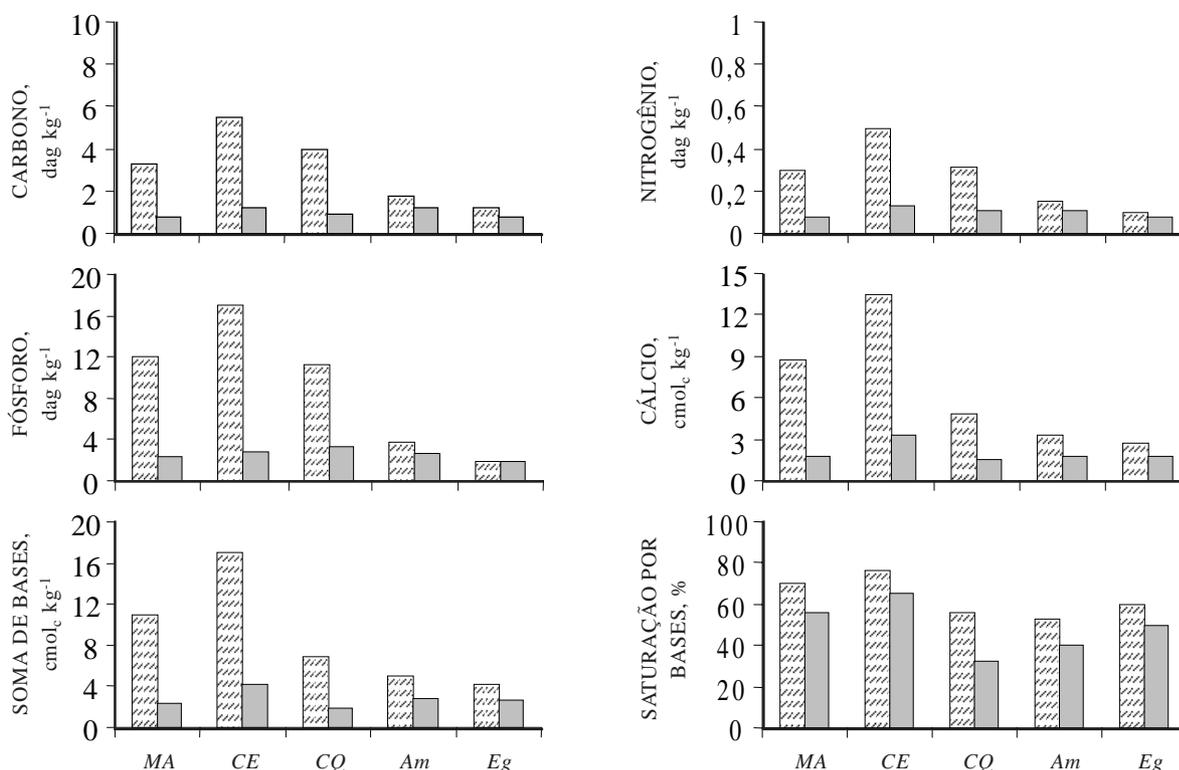


Figura 2. Teor de carbono e nutrientes nos subhorizontes A₁₁ (listras) e A₁₂ (cinza) em um sistema primário (Mata Alta, MA) e dois secundários (Capoeira de Extração, CE, e Capoeira Queimada, CQ) de Mata Atlântica de Tabuleiros e nas plantações de *Acacia mangium* (Am) e *Eucalyptus grandis* (Eg). Nos sistemas florestais nativos, o subhorizonte A₁₁ tem de 0 a 3 cm e nas plantações de 0 a 6 cm de espessura. Os dados referentes às áreas de floresta encontram-se publicados em Kindel et al. (1999) e Kindel & Garay (2001).

As plantações de *A. mangium* e *E. grandis* apresentaram essa mesma tendência (Quadro 2 e Figura 2); no entanto, as diferenças entre as duas profundidades, apesar de significativas estatisticamente, não foram tão acentuadas como nas florestas estudadas por aqueles autores. Analisando as plantações, verificou-se que os teores de C e N foram sequer 50 % maiores no subhorizonte A₁₁, enquanto o teor de P e a SB nunca chegaram a ser duas vezes maiores no subhorizonte A₁₁. As diferenças entre os subhorizontes podem ser atribuídas à incorporação de matéria orgânica nos primeiros centímetros do solo, em decorrência do preparo do solo pelo arado, e, posteriormente, acentuadas pela ação dos plantios.

Desta forma, pode-se afirmar que, após sete anos do plantio, os teores de carbono e nutrientes do subhorizonte A₁₁ nas plantações não se igualaram aos das matas nativas, floresta primária e secundária, originárias de diferentes intervenções e em recuperação por mais de 40 anos, indicando que nos plantios a fertilidade do solo superficial ainda está aquém do esperado para os sistemas nativos (Figura 2).

CONCLUSÕES

1. A maior quantidade de matéria orgânica incorporada ao solo pela decomposição em *A. mangium* foi decorrente da maior qualidade nutricional do folhicho de acácia e representada pela menor relação C/N.

2. A maior quantidade de material foliar acumulada nas camadas hologênicas na área sob *A. mangium*, o maior teor e estoque de nitrogênio no folhicho, a menor relação C/N do folhicho e a maior quantidade de matéria orgânica incorporada ao solo pela decomposição em *A. mangium* refletiram a grande contribuição em matéria orgânica e nitrogênio que esta espécie fornece ao solo, evidenciando sua maior eficiência em reconstituir os horizontes orgânicos do solo.

3. Os maiores teores de carbono, nitrogênio e nutrientes no horizonte A em *A. mangium* e a alta correlação que eles apresentaram demonstraram a dependência da fertilidade do solo à matéria orgânica incorporada.

4. Em relação à matéria orgânica e aos demais atributos do solo, no subhorizonte A₁₁ das plantações, não foram encontrados os mesmos teores obtidos na mata nativa, indicando que sete anos de plantio não foram suficientes para restabelecer a fertilidade do solo superficial.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Renato Moraes de Jesus, diretor da Reserva Natural da Vale do Rio Doce, pelo apoio e por ceder os dados para a descrição do método e os de

clima. Às entidades financiadoras. À Dra. Aglai da Silva e ao Engenheiro J. Ventosilla, pela ajuda no trabalho de campo. A Roseli Pellens, pela colaboração no tratamento estatístico dos dados. A Daniel Vidal Perez, da EMBRAPA Solos, pelo esclarecimento de dúvidas.

LITERATURA CITADA

- BABEL, U. Micromorphology of soil organic matter. In: GIESEKING, J.E., ed. Soil component. Berlin, Springer-Verlag, 1975. p.369-473.
- BERNHARD-REVERSAT, F. Dynamics of litter and organic matter at the soil-litter interface in fast-growing tree plantations on sandy ferrallitic soils (Congo). Acta Oecol., 14:179-195, 1993.
- BERTHELIN, J.; LEYVAL, C. & TOUTAIN, F. Biologie des sols: Rôle des organismes dans l'alteration et l'humification. In: BONNEAU, M. & SOUCHIER, B., eds. Pédologie. 2 Constituants et propriétés du sol. Paris, Masson, 1994. p.143-211.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 1979. 255p.
- FRANCO, A.A.; DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; CAMPELLO, E.F.C. & SILVA, E.M.R. Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação e manutenção da vida do solo: um modelo tecnológico. In: ESTEVES, F., ed. Oecologia Brasiliensis: estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas. Rio de Janeiro, 1995. p.459-467.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. & MENDONÇA, E.S. Alterações edáficas sob plantios puros e misto de espécies florestais nativas do sudeste da Bahia, Brasil. R. Bras. Ci. Solo, 23:581-592, 1999.
- GARAY, I.; KINDEL, A.; CALLIPO, A.; BARROS, M.E.O. & JESUS, R.M. Formas de húmus em ecossistemas de Floresta Costeira Intertropical. I. A Mata Atlântica de Tabuleiros. In: ESTEVES, F., ed. Oecologia Brasiliensis: estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas. Rio de Janeiro, 1995a. p.1-18.
- GARAY, I.; KINDEL, A. & JESUS, R.M. Diversity of humus forms in the Atlantic Forest ecosystems (Brazil). The Tableland Atlantic Forest. Acta Oecol., 16:553-570, 1995b.
- GARAY, I. & KINDEL, A. Diversidade funcional em fragmentos de Floresta Atlântica. Valor indicador das formas de húmus florestais. In: GARAY, I. & DIAS, B., orgs. Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Petrópolis, Vozes, 2001. p.350-368.
- HIGA, A.R. & HIGA, R.C.V. Indicações de espécies para o reflorestamento. In: GALVÃO, A.P.M., org. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia e Colombo/PR: Embrapa Florestas, 2000. p.101-124.
- KINDEL, A.; BARBOSA, P.M.S.; PÉREZ, D.V. & GARAY, I. Efeito do extrativismo seletivo de espécies arbóreas da Floresta Atlântica de Tabuleiros na matéria orgânica e outros atributos do solo. R. Bras. Ci. Solo, 23:465-474, 1999.

- KINDEL, A. & GARAY, I. Caracterização de ecossistemas da Floresta Atlântica de Tabuleiros por meio das formas de húmus. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:551-563, 2001.
- KINDEL, A. & GARAY, I. Humus form in ecosystems of the Atlantic Forest, Brazil. *Geoderma*, 108:101-118, 2002.
- LIMA, W.P. O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais. São Paulo, Artpress, 1987. 114p.
- LOUZADA, M.A.P.; CURVELLO, A.; BARBOSA, J.H.C. & GARAY, I. O aporte de matéria orgânica ao solo: quantificação, fenologia e suas relações com a composição específica em área de floresta Atlântica de Tabuleiros. *Leandra*, 12:27-32, 1997.
- MEIS, M.R.M. Contribuição ao estudo do Terciário Superior e Quaternário da baixada da Guanabara. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1976. (Tese de Doutorado)
- PELLENS, R. & GARAY, I. A comunidade de macroartrópodos edáficos em uma plantação de *Coffea robusta* Linden (Rubiaceae) e em uma floresta primária em Linhares, Espírito Santo, Brasil. *R. Bras. Zool.*, 16:245-258, 1999.
- RIZZINI, C.M.; ADUAN, R.E.; JESUS, R.M. & GARAY, I. Contribuição ao conhecimento da Floresta Pluvial de Tabuleiros, Linhares, ES, Brasil. *Leandra*, 12:54-76, 1997.
- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W. & ANDERSON, J.M. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1979. 372p.