



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Emissões de N₂O do solo em plantios de eucalipto consorciado com *Acacia mangium* em região de Mata Atlântica.

Ana Paula Guimarães⁽¹⁾; Fernando Zuchello⁽¹⁾; Selenobaldo Sant' Anna⁽¹⁾; Fabiano Balieiro⁽²⁾; Guilherme Chaer⁽³⁾; Segundo Urquiaga⁽³⁾; Bruno Alves⁽³⁾ ¹; Robert Boddey⁽³⁾.

⁽¹⁾ Agrônoma em pós-doutoramento, Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 07, Seropédica-RJ, CEP: 23890-000, guimaraes_ap@yahoo.com.br, zuchello@gmail.com, selenobaldo@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Solos, rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro-RJ, CEP: 22460-000, balieiro@cnpab.embrapa.br; ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Agrobiologia, Br 465, km 07, Seropédica-RJ, CEP: 23890-000, gchaer@cnpab.embrapa.br, urquiaga@cnpab.embrapa.br, bruno@cnpab.embrapa.br, bob@cnpab.embrapa.br.

RESUMO– Um dos benefícios do plantio misto de eucalipto com leguminosas arbóreas é o incremento na biomassa do eucalipto graças à maior disponibilidade de N no solo. Esse aumento de biomassa gera maior acúmulo de C e N nas plantas e no solo, embora a maior oferta de N possa favorecer emissões de óxido nitroso (N₂O). Avaliações da disponibilidade de C e N do solo e emissões de N₂O são essenciais para indicar esta tecnologia para projetos de créditos de C. Neste estudo, quantificaram-se as emissões de N₂O do solo em plantios de *Acacia mangium*, eucalipto, e no consórcio de ambas, em experimento instalado em 2008 na Embrapa Agrobiologia com amostragens entre março e maio de 2011. Os fluxos mais altos de N₂O foram 3,6; 2,3 e 1,4 μg N₂O m⁻² h⁻¹ para as áreas de eucalipto, acácia e consórcio respectivamente. Na época úmida, os teores médios de NO₃⁻ no solo foram de 1,4; 2,0 e 0,8 μg N g solo⁻¹ para acácia, eucalipto e consórcio, respectivamente, e na época seca, reduziram-se para aproximadamente 0,2 μg N g solo⁻¹. As emissões de N₂O não foram significativamente diferentes entre as áreas, havendo apenas tendência de maior emissão no cultivo de eucalipto.

Palavras-chave: Gases de efeito estufa; óxido nitroso; leguminosa; eucalipto.

INTRODUÇÃO- Espécies de leguminosas arbóreas vêm sendo recomendadas em plantios comerciais em consórcio com o eucalipto tanto para utilização como adubo verde como para a diversificação da produção de madeira e celulose (Vezanni et al., 2001; Balieiro et al., 2008; Forrester et al., 2011).

Os resultados positivos advindos desse consórcio têm sido atribuídos à simbiose das leguminosas arbóreas com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos arbusculares que propiciam a elevação da produção de biomassa do plantio e da matéria orgânica no solo (Vezanni et al., 2001; Forrester et al., 2011).

Nesses sistemas de plantios mistos, a qualidade e quantidade de serapilheira depositada favorecem a disponibilidade de carbono (C), nitrogênio (N) e

nutrientes no solo que beneficiam diretamente as plantas de eucalipto em consórcio (Garay et al., 2003).

Balieiro et al. (2008) registraram estoques de C no solo 40 % superiores em plantios mistos de eucalipto com *Pseudosamanea guachapelle* em comparação com áreas plantadas somente com eucalipto. Essas taxas de remoção de CO₂ da atmosfera são muito elevadas e facilmente comprovadas, dando a esta tecnologia um alto potencial de mitigação das emissões de gases do efeito estufa.

Apesar das vantagens relacionadas ao uso de leguminosas em consórcio com eucalipto, o enriquecimento do solo com N proporcionado pelo uso da leguminosa aumenta a possibilidade de incremento nas emissões de óxido nitroso (N₂O) (Erickson et al., 2002), principalmente nas condições úmidas e quentes da Mata Atlântica, que favorecem esse processo (Maddock et al., 2001). Uma vez que o N₂O é um gás de efeito estufa com alto potencial de aquecimento global, equivalente a 296 vezes o potencial do CO₂, há a possibilidade de que os benefícios relacionados à remoção do C na madeira e sequestrado no solo sejam significativamente reduzidos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da inserção de leguminosas arbóreas em plantios mistos com eucalipto sobre as emissões de N₂O do solo.

MATERIAL E MÉTODOS- A área localiza-se no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, RJ sob um Planossolo Háplico, onde a média anual de temperatura é de 24,6°C, e a de precipitação é de 1.250 mm, com inverno seco e verão chuvoso.

O experimento foi instalado em dezembro de 2008, em uma área com vegetação predominante de gramíneas com 15 anos sob pousio. O monitoramento de emissão de N₂O foi realizado entre março a maio de 2011, em parcelas com *Eucalyptus urograndis* (clone de *E. urophylla* S. T. Blake x *E. grandis* W. Hill ex Spreng) e com *Acacia mangium* Willd., com duas repetições, e em parcelas com 50% acácia + 50% eucalipto, com três repetições. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado.

Para quantificação do fluxo de N_2O foram utilizadas câmaras estáticas de base retangular (40 x 60 cm), com 15 cm de altura, inseridas no solo até 5 cm de profundidade. A parte exposta possuía uma borda, na qual se inseria uma tampa nos eventos de amostragem. A tampa possuía, em seu perímetro, uma borracha para vedação do sistema quando a tampa era acoplada à base. Presilhas colocadas nos quatro lados da câmara mantinham a tampa pressionada contra a base. Sobre cada tampa, existia uma válvula de três vias, para permitir a retirada dos gases no ato do fechamento da câmara, e após 30 minutos de incubação. A amostragem da atmosfera interna da câmara foi realizada com seringas de 60 mL, sendo 25 mL transferidos para frascos de cromatografia de 20 mL, pré-evacuados a -80 kPa. Amostras de solo (0-5 cm) foram retiradas para quantificar a umidade, a concentração de N mineral e o C-solúvel em cada tratamento.

Os fluxos de N_2O foram calculados considerando a mudança de concentração durante o período de incubação e corrigidos pela variação de temperatura. As análises de nitrato foram realizadas por espectrofotometria de ultravioleta (Olsen, 2008), as de amônio, por espectrofotometria após reação de Berthelot (Kempers & Zweers, 1986), e de C-solúvel, por titulometria a partir de extrato de K_2SO_4 0,5 M. O volume poroso do solo ocupado com água foi estimado pela relação entre umidade volumétrica e volume de poros do solo. Dados meteorológicos também foram obtidos da área em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO- Os maiores fluxos de N_2O durante o período de avaliação foram obtidos no

tratamento com eucalipto, seguidos dos obtidos na área de acácia, sendo o consórcio acácia+eucalipto o que apresentou os menores fluxos (Figura 1). Os maiores fluxos de N_2O para eucalipto e acácia foram, respectivamente, 3,6 e 2,3 $\mu g N-N_2O m^{-2} h^{-1}$, enquanto no tratamento com acácia+eucalipto, o maior fluxo encontrado foi de 1,4 $\mu g N-N_2O m^{-2} h^{-1}$.

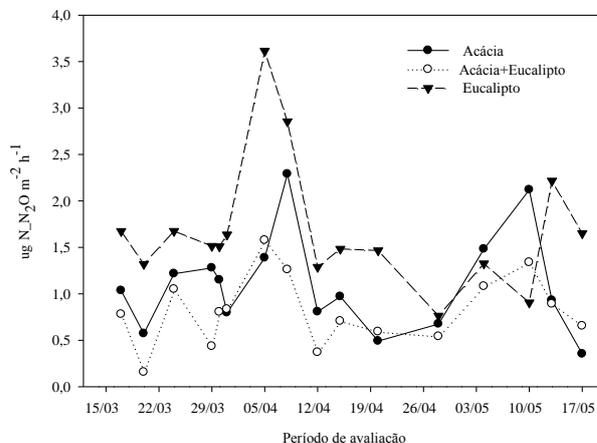


Figura 1 - Emissão de N_2O do solo nos tratamentos acácia, acácia+eucalipto consorciado e eucalipto. Dados médios não significativos à $p = 0,05$.

As emissões de N_2O integradas mensalmente também tenderam a serem maiores no plantio de eucalipto em relação às demais coberturas, apesar de não haver relação com a precipitação acumulada em cada mês (Figura 2a).

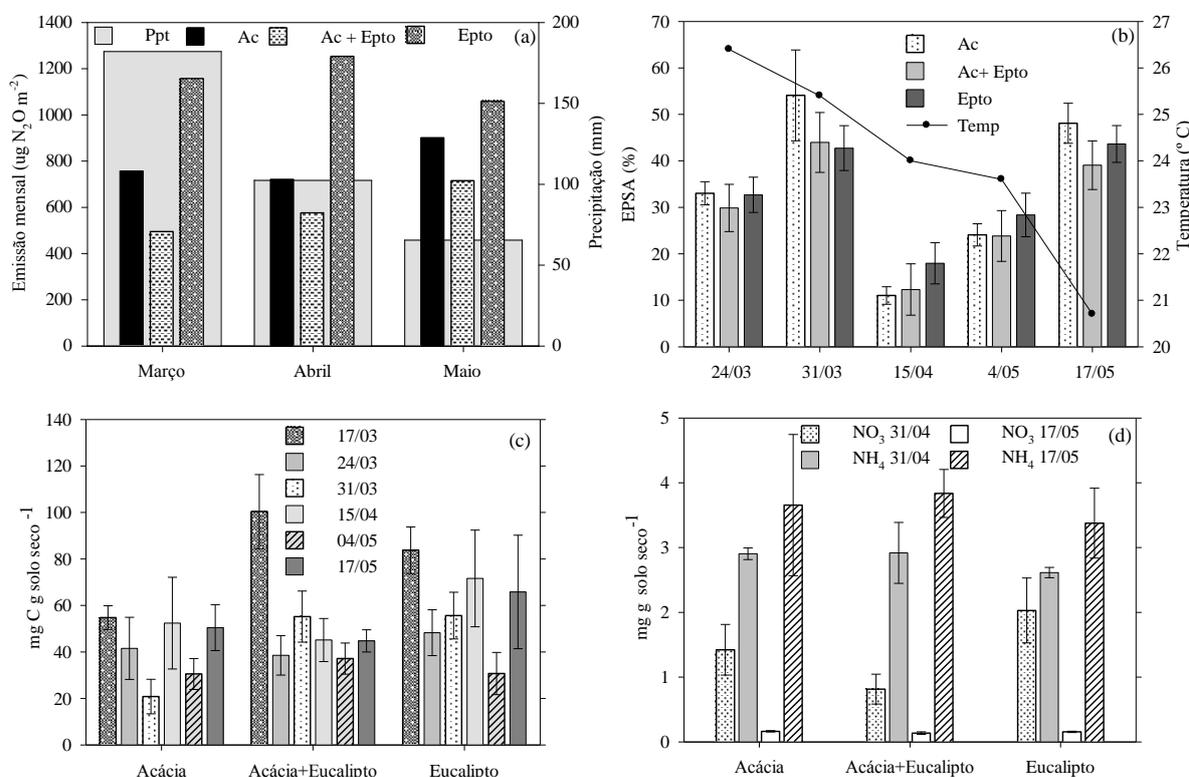


Figura 2 – A) Emissão mensal de N_2O do solo nos tratamentos acácia, acácia e eucalipto consorciado e eucalipto e relação com a precipitação. B) Temperatura ($^{\circ}C$) e Espaço Poroso Saturado com Água (% EPSA); C) Teor de carbono solúvel no solo; D) Média do teor de nitrato e amônio no solo; valores médios de 4 repetições para acácia e 6 repetições para acácia+eucalipto e eucalipto. Médias não significativas ($P > 0,05$).



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Coincidindo com o regime de precipitação, o % EPSA variou entre 11% e 54% durante o experimento, não diferenciando estatisticamente entre os tratamentos (Figura 2b).

A disponibilidade de C solúvel no solo variou entre 20 e 100 mg C kg solo⁻¹ durante o período de coleta, e as médias para todo o período não foram diferentes entre os tratamentos (Figura 2c). Observou-se apenas uma tendência de maiores valores médios na área sob eucalipto 59 mg C kg solo⁻¹, seguido da área em consórcio 53 mg C kg solo⁻¹, e finalmente da área com acácia 41mg C kg solo⁻¹.

A disponibilidade de N mineral no solo foi baixa em todas as amostragens, independente da cobertura do solo. Os teores médios de NH₄⁺ nas áreas de acácia, acácia+eucalipto e eucalipto foram respectivamente de 2,9; 2,9 e 2,6 µg g solo⁻¹ na época úmida, e de 3,7; 3,8 e 3,4 µg g solo⁻¹ na época seca (Figura 2d). Na época mais úmida os teores médios de NO₃⁻ foram ligeiramente maiores para todos os tratamentos, variando entre 1,4; 0,8 e 2,0 µg g solo⁻¹ para acácia, acácia+eucalipto e eucalipto respectivamente, diminuindo na época mais seca para 0,2 µg g solo⁻¹.

Nas ocasiões em que a umidade do solo é elevada, a ocorrência de *hotspots* de produção de N₂O é mais esperada pela maior probabilidade de formação de zonas anaeróbicas no solo (Dobbie & Smith, 2001). Neste estudo, apesar da saturação dos poros com água ter sido relativamente alta em algumas coletas, os fluxos de N₂O correspondentes não foram elevados, o que sugeriria que algum outro fator estivesse limitando o processo.

É possível que a disponibilidade de N mineral do solo fosse reduzida pela imobilização durante a decomposição da serapilheira das espécies arbóreas, especialmente para aquelas espécies com materiais mais recalcitrantes. Comparando os dados de meia vida no solo de folhas senescentes de *Acacia magium* e do *Eucalyptus grandis* verifica-se que ambos os materiais possuem baixas taxas de decomposição, mas que os filódios da leguminosa demandam quase o dobro de tempo (421 dias) para se decompor, comparativamente ao eucalipto (218 dias) (Balieiro et al., 2008). A hipótese de que os resíduos mais recalcitrantes possam imobilizar mais N é verdadeira (Balieiro et al., 2008) embora os dados de C solúvel tivessem sido semelhantes para todas as áreas independente da quantidade de serapilheira depositada.

Neste estudo, esperava-se encontrar uma correlação entre a emissão de N₂O com fatores controladores do processo, como N mineral, C solúvel, %EPSA e temperatura (Dobbie & Smith, 2001). No entanto, os fluxos muito baixos de N₂O, por praticamente todo o período, impediram que qualquer relação fosse observada.

CONCLUSÕES- Os resultados obtidos no presente estudo mostram que os ganhos de C para o sistema não

seriam comprometidos em função de alterações nas emissões de N₂O do solo, corroborando com alguns dados da literatura que mostram que a introdução de leguminosas arbóreas para recuperação de áreas degradadas, e para formação de consórcio em plantios de eucalipto resulta em taxas elevadas de sequestro de C no solo.

REFERÊNCIAS

- 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** (UFL), 14:185-193, 2008
- DOBBIE, K. E. & SMITH, K. A. The effects of temperature, water-filled pore space and land use on N₂O emissions from an imperfectly drained gleysol. **European Journal of Soil Science**, 52:667-673, 2001.
- ERICKSON, H.; DAVIDSON, E. A.; KELLER, M. Former land use and tree species affect nitrogen oxide emissions from a tropical dry forest. **Oecologia** 130: 297-308, 2002.
- FORRESTER, D. I.; VANCLAY, J. K.; FORRESTER, R. I.; Mixed-species plantations of eucalyptus with nitrogen-fixing trees: A review. **Oecologia**, 166: 265-272, 2011.
- GARAY, I.; KINDEL, A.; CARNEIRO, R.; FRANCO, A.A.; BARROS, E. & ABBADIE, L. Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27: 705-712, 2003.
- KEMPERS, A.J. & ZWEERS, A. Ammonium determination in soil extracts by the salicylate method. **Commun. Soil Science Plant Analysis**, 17: 715-723, 1986.
- MADDOCK, J. E. L.; SANTOS M. B. P. de & PRATA K. R. Nitrous oxide emission from soil of the Mata Atlântica, Rio de Janeiro state, Brazil. **Journal of Geophysical Research**, 106: 23055-23060, 2001.
- OLSEN, K.K. Multiple wavelength ultraviolet determination of nitrate concentration, method comparisons from the Preakness Brook Monitoring Project, October 2005 to October 2006. **Water Air Soil Pollution**, 187:195-202, 2008.
- VEZZANI, F. M., TEDESCO, M. J.; BARROS, N. F. Alterações dos nutrientes no solo e nas plantas em consórcio de eucalipto e acácia negra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:225-231, 2001.