

Estoques de Carbono Orgânico Lável, Nitrogênio e Atividade Microbiana sob Sistemas de Manejo e Uso do Solo de Cerrado



Área de estudo no CNPMS

ISSN 1679-0154

Dezembro, 2012

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 60

Estoques de Carbono Orgânico Lábil, Nitrogênio e Atividade Microbiana sob Sistemas de Manejo e Uso do Solo de Cerrado

Jaqueline de Moura Araújo Teixeira
Ivanildo Evódio Marriel
Christiane Abreu de Oliveira
Giovanna Moura Calazans
Ubiana de Cássia Silva
José Aloísio Alves Moreira
Antônio Carlos de Oliveira
José Carlos Cruz

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
Home page: www.cnpms.embrapa.br
E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau
Membros: Flávia Cristina dos Santos Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros
Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa
Foto(s) da capa: Google Imagens

1ª edição

1ª impressão (2012): on line

Todos os direitos reservados

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Milho e Sorgo**

Estoques de carbono orgânico lábil, nitrogênio e atividade microbiana sob sistemas de manejo e uso do solo de cerrado / Jaqueline de Moura Araújo Teixeira ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

21 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 60).

1. Solo. 2. Enzima. 3. Cobertura do solo. I. Teixeira, Jaqueline de Moura Araújo. II. Série.

CDD 631.46 (21. ed.)

© Embrapa 2012

Sumário

| | |
|-------------------------------------|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract | 7 |
| Introdução | 9 |
| Material e Métodos | 12 |
| Resultados e Discussão | 14 |
| Conclusões | 18 |
| Referências | 18 |

Estoques de Carbono Orgânico Lábil, Nitrogênio e Atividade Microbiana sob Sistemas de Manejo e Uso do Solo de Cerrado

Jaqueline de Moura Araújo Teixeira¹

Ivanildo Evódio Marriel^{2}*

Christiane Abreu de Oliveira³

Giovanna Moura Calazans⁴

Ubiana de Cássia Silva⁵

José Aloísio Alves Moreira⁶

Antônio Carlos de Oliveira⁷

José Carlos Cruz⁸

Resumo

Os efeitos das emissões de gases de efeito estufa têm se tornado um dos principais pontos de debates e controvérsia internacional. Em virtude do cenário atual de emissão de gases de efeito estufa, são esperadas alterações profundas em diversos ecossistemas. A necessidade de um maior entendimento dessas alterações tem motivado estudos buscando práticas de manejo e uso do solo que aumentem o estoque de carbono e de nitrogênio no solo. Neste trabalho, avaliou-se o efeito de sistemas de uso de solo nos estoques de carbono orgânico lábil e de nitrogênio, bem como na

¹Graduanda em Engenharia Ambiental, Bolsista CNPq na Embrapa Milho e Sorgo, Discente do Centro Universitário de Sete Lagoas-UNIFEMM, Sete Lagoas, MG, jamoat2006@yahoo.com.br

²Eng.-Agr., Doutor em Biologia Celular, Pesquisador em Microbiologia da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, ivanildo.marriel@embrapa.br

³Eng.-Agr., Doutora em Microbiologia, Pesq. da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, christiane.paiva@embrapa.br

⁴Graduanda em Engenharia Ambiental, Bolsista CNPq na Embrapa Milho e Sorgo, Discente do Centro Universitário de Sete Lagoas-UNIFEMM, Sete Lagoas, MG, giovannacalazans@hotmail.com

⁵Graduanda em Engenharia Ambiental, Bolsista CNPq na Embrapa Milho e Sorgo, Discente do Centro Universitário de Sete Lagoas-UNIFEMM, Sete Lagoas, MG, ubiana@yahoo.com.br

⁶Eng.-Agr., Doutor em Irrigação e Grenagem, Pesq. da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, jose.aloisio@embrapa.br

⁷Eng.-Agr., Doutor em Estatística Experimental Agronômica, Pesq. da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, antoniocarlos.oliveira@embrapa.br

⁸Eng.-Agr., Ph.D. Fitotecnia e Manejo de Solos, Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, josecarlos.cruz@embrapa.br

* I.E. Marriel (autor correspondente): ivanildo.marriel@embrapa.br

atividade enzimática de urease e arginase, enzimas envolvidas nos processos de ciclagem de nitrogênio no solo. Os experimentos foram conduzidos em um Latossolo sob seis tipos de sistemas de manejo e uso do solo (eucalipto, Pinus, Cerrado natural, plantio convencional, plantio direto não irrigado e plantio direto irrigado), em quatro profundidades (0-10; 10-20; 20-40 e 40- 80 cm) e em duas estações do ano (seca e chuvosa). A concentração de carbono orgânico lábil foi determinada utilizando-se um **analisador de carbono total, sendo seu estoque estimado nas diferentes profundidades a partir da expressão: $EC = (CO \times Ds \times E)/10$** . E, o estoque de N do solo foi calculado utilizando a expressão: $EstN = (Nt \times Ds \times E)$. Para avaliação da atividade enzimática foram analisadas as atividades das enzimas arginase e urease por colorimetria. Independentemente da época e profundidade, valores mais elevados para estoque de carbono orgânico lábil foram observados nas amostras de solo sob Pinus e eucalipto, 1,36 e 1,45 Mg C ha⁻¹, respectivamente. Enquanto para nitrogênio total no solo, menor acúmulo foi detectado sob Pinus, em relação aos demais sistemas avaliados, com valores variando entre 7,43 a 8,91 Mg N ha⁻¹ no perfil do solo. **A atividade microbiana, determinada pela enzima uréase, foi mais elevada sob Pinus (162,3 µg NH₄ h⁻¹ g⁻¹ solo) e Cerrado natural (152,9 µg NH₄ h⁻¹ g⁻¹ solo), enquanto pela enzima arginase maior atividade foi observada sob o Cerrado, na estação chuvosa (91,17µg NH₄ h⁻¹ g⁻¹ solo).** O uso de florestas plantadas de eucalipto e Pinus pode favorecer o sequestro de carbono e acúmulo de nitrogênio no solo de Cerrado, quando comparado com plantio direto ou convencional.

Termos para indexação: matéria orgânica do solo, arginase, urease, sequestro de carbono.

Alteration in the Labile Soil Organic and Nitrogen Stocks and in the Enzymatic Activity in Different Soil Management Systems

The effects of the emission of the greenhouse gases became one of the main points of debate and world controversy. Due to the actual increase of emission of the greenhouse gases, deep changes are expected in many ecosystems. A better understanding of these alterations was the aim for many studies looking for soil management practices that raise the soil stocks of carbon and nitrogen. In this work, the effect of management systems in the soil stocks of carbon and nitrogen were evaluated in an Oxisol under six management systems (native savanna, Eucalyptus, Pinus, conventional tillage system, no-till system under irrigation and without irrigation), in four depths (0-10; 10-20; 20-40 e 40-80 cm), during the rainy and the dry seasons. The labile carbon concentration was measured with a total carbon analyzer, and the stock was estimated in the different depths with the expression: $EC = (CO \times Ds \times E) / 10$. The nitrogen stock was calculated with the expression: $EstN = (Nt \times Ds \times E)$. The arginase activity and urease were evaluated, enzymes involved in nitrogen cycling processes in the soil. Regardless the time and depth, higher values for labile soil organic carbon in the soil were observed in soil samples under pine and eucalyptus, 1.36 and 1.45 Mg C ha⁻¹, respectively. As for total

nitrogen in the soil, less accumulation was detected under Pinus in relation to other systems evaluated, with values ranging from 7.43 to 8.91 Mg ha⁻¹ N in the soil profile. Microbial activity, determined by the enzyme urease was higher under Pinus (162.3 mg NH₄ h⁻¹ g⁻¹ soil) and natural Cerrado (152.9 mg NH₄ h⁻¹ g⁻¹ soil), while the enzyme arginase higher activity was observed in the Cerrado, in the rainy season (91.17 mg NH₄ h⁻¹ g⁻¹ soil). The use of planted eucalyptus forests and pine can promote carbon sequestration and nitrogen accumulation in the soil of the Cerrado, compared with no-till or conventional.

Key words: soil organic matter, arginase, urease, carbon sequestration.

Introdução

A preocupação com os efeitos das emissões de gases de efeito estufa (GEE) tem se tornado um dos principais pontos de debates e controvérsia, tomando espaço na mídia e em fóruns internacionais. Medidas mitigatórias têm sido propostas e ações governamentais cobradas. Não se sabe ao certo todas as consequências do aumento das emissões dos GEE, mas são esperadas alterações profundas em diversos ecossistemas, baseadas em cenários propostos por modelagem, como, por exemplo: o descongelamento das calotas polares com o conseqüente alagamento de regiões costeiras, alterações da frequência de chuvas e de neves mais fortes e alteração do metabolismo vegetal (CONDIT et al., 1995; WILLIAN et al., 2000). A concentração de CO₂ na atmosfera oscilou de 280 ppmv durante o período pré-industrial para aproximadamente 375 ppmv em 2002, sendo a maior parcela deste aumento detectada durante os últimos 50 anos (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2001). Parte deste acréscimo tem sido atribuída à conversão de ecossistemas naturais para produção agropecuária, que resulta em redução do estoque de carbono orgânico no solo, com reflexos econômicos e ambientais importantes (LEIFELD, 2006; LAL, 2004). A compreensão da dinâmica e estoque de carbono orgânico lábil do solo torna-se importante na análise da ciclagem biogeoquímica de nutrientes, em particular de nitrogênio, na influência de sistemas de uso sobre a qualidade do solo, na definição de práticas de manejo agrícola ou florestal que mantenham e/ou melhorem a produtividade vegetal e na redução de emissão dos GEE (CALEGARI et al., 2008; BLANCO-CANQUI; LAL, 2008).

O eucalipto é a espécie florestal mais plantada no Brasil, predominante em solos de baixa fertilidade e em locais onde a chuva limita seu desenvolvimento. A resposta à aplicação de N tem sido relativamente baixa, o que sugere que o solo mostra-se capaz de suprir boa parte da demanda deste nutriente. O N da biomassa microbiana é considerado como altamente disponível, mas pouco se sabe sobre os fatores que afetam a sua dinâmica nas plantações de

eucalipto no Brasil. Estudos sobre a biomassa microbiana mostraram-se como uma ferramenta importante, possibilitando a associação da quantidade de N imobilizado e a atividade microbiana no solo com potencial papel no fornecimento deste nutriente para as árvores de eucalipto. A variação no teor de matéria orgânica (MO) do solo baseada apenas no teor de carbono orgânico, em função de mudanças do uso da terra e de técnicas de manejo, pode não ser detectável, enquanto a resposta da fração ativa, que contém a biomassa microbiana e seus metabólitos, ocorre muito mais rapidamente (GAMA-RODRIGUES et al., 2005).

A participação dos sistemas agrícolas, especialmente dos sistemas de manejo e de uso do solo, no aquecimento terrestre é uma realidade que vem sendo amplamente avaliada pela comunidade científica (CALEGARI et al., 2008; BLANCO-CANQUI; LAL, 2008). Tendo isso, uma das estratégias para a redução da emissão dos GEE consiste no manejo adequado do solo, com a manutenção de seus estoques de carbono e nitrogênio (AMADO et al., 2001). No entanto, é necessário um maior entendimento da influência de sistemas agrícolas na potencialização da emissão dos GEE, o que tem motivado estudos em diferentes ecossistemas.

Alguns estudos apontam que sistemas de manejo nos quais o solo não é revolvido e com rotação de culturas de alto aporte de resíduos vegetais são alternativas interessantes para a promoção do aumento dos estoques de carbono e nitrogênio do solo, em comparação ao sistema de preparo convencional (LAL; LOGAN, 1995; PAUSTIAN et al., 1997). Além disso, esses sistemas melhoram as propriedades físicas (D'ANDREA et al., 2004), químicas (CIOTTA et al., 2004) e biológicas (VARGAS, 2002) do solo, garantindo produtividade igual ou superior aos sistemas de manejo tradicionais.

A fonte mais importante dos estoques de carbono e de nitrogênio no solo é a flora, sendo a produtora da matéria orgânica e base da cadeia alimentar. Sua incorporação ao solo se dá principalmente pela ação de microrganismos (bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários e algas), sendo influenciada pelo tipo de manejo

do solo. Os microrganismos são os principais responsáveis pela decomposição dos resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia nos ecossistemas, exercendo influência em todos os processos de transformação da matéria orgânica, ou seja, tanto na liberação quanto na imobilização de nutrientes (JENKINSON; LADD, 1981).

O carbono pode se acumular em frações lábeis ou estáveis da MO no solo, o que pode ter implicações na durabilidade do seu efeito quanto à retenção de carbono atmosférico. Conceitualmente, o carbono lábil representa um componente biologicamente ativo da matéria orgânica do solo, sendo constituinte de compostos orgânicos mais rapidamente mineralizados em reações catalisadas por enzimas do solo, de origem microbiana e, portanto, diretamente associado à liberação de CO₂ para atmosfera (BAYER et al., 2004). Além disso, os teores de carbono lábil são mais sensíveis às alterações no ambiente e apresentam maior amplitude de variações em relação aos de carbono orgânico total no solo (POWLSON et al., 1987), sugerindo sua maior aplicabilidade para detecção de impactos de sistemas de manejo, relacionados à qualidade do solo e às emissões antropogênicas de CO₂ para a atmosfera.

Neste contexto, o estudo da dinâmica e da interação do estoque de carbono lábil e de nitrogênio no solo torna-se importante para a compreensão da ciclagem biogeoquímica de nutrientes, bem como a atividade enzimática destes solos que reflete a atividade microbiana. A quantificação da atividade de enzimas do solo pode fornecer indicações das alterações nos processos metabólicos (NANNIPIERI et al., 1990; DICK, 1994) e, juntamente com outras avaliações, como o teor de carbono orgânico (Co), nitrogênio total (Nt) e a biomassa microbiana, contribuir para uma melhor compreensão do efeito da interferência antrópica no solo e servir como um estratificador de ambientes (KULINSKA et al., 1982; KLEIN et al., 1985). Dentre as enzimas do solo, as pertencentes às hidrolases, como a arginase e a urease são as mais relevantes nestes estudos, pois catalisam a quebra de substratos em compostos orgânicos de menor peso molecular, facilitando sua mineralização (BURNS, 1983; LONGO; MELO, 2005). Assim, essas

enzimas são consideradas parâmetros importantes para análise da influência de sistemas de manejo sobre a qualidade do solo e para a definição de práticas de manejo agrícola ou florestal que mantenham e/ou melhorem a produtividade agropecuária, e que reduzam a emissão dos GEE (CALEGARI et al., 2008; BLANCO-CANQUI; LAL, 2008).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os estoques de nitrogênio, carbono orgânico lábil e a atividade microbiana, em um solo de Cerrado, sob cultivos de eucalipto e *Pinus*, a longo prazo.

Material e Métodos

As amostras de solo foram coletadas na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (PANOSO et al., 2002), sob seis tipos de manejo: plantação de eucalipto (EU) e *Pinus* (PI), com 40 anos de idade; Cerrado natural (CN); plantio convencional (CV), com mais de 12 anos; plantio direto não irrigado (PD1) e plantio direto irrigado (PD2), por 12 anos. A caracterização do solo consta na Tabela 1. A área localiza-se na latitude 19°28' S, e longitude 44°15'08" W, com altitude média de 810 m, sua temperatura média anual é de 22,1 °C e a precipitação média é de 1340 mm, com estação chuvosa entre outubro e março e estação seca de abril a setembro. Para as amostragens, em cada ecossistema, foram definidos três blocos de 10 x 10 m. Em cada bloco, foram retiradas amostras compostas de cinco subamostras, em quatro profundidades (0-10, 10-20, 20-40, e 40-80 cm) e em duas estações do ano (seca e chuvosa).

Tabela 1. Caracterização Química de Latossolo Vermelho Distrófico fase Cerrado, na profundidade de 0-20 cm.

| Solo | pH | H+Al | Al | Ca | Mg | K | P | M.O |
|---------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|--------|
| | (H ₂ O) | cmolc/dm ³ | cmolc/dm ³ | cmolc/dm ³ | cmolc/dm ³ | mg/dm | mg/dm | dag/kg |
| Cerrado | 5,38 | 4,87 | 0,78 | 5,21 | 0,41 | 82,33 | 6,0 | 3,76 |

Os teores de carbono orgânico lábil foram determinados em amostras extraídas com K_2SO_4 0,5 M, com detecção do CO_2 em analisador de carbono total Tekmar-Dohrmann DC-190. O estoque de carbono orgânico lábil foi estimado nas diferentes profundidades a partir da expressão:

$$EC = \frac{(CO \times Ds \times E)}{10}$$

sendo, **EC** o estoque de C orgânico lábil em determinada profundidade ($mg\ ha^{-1}$); **CO**, o teor de carbono orgânico lábil ($g\ kg^{-1}$); **Ds** é a densidade do solo ($kg\ dm^{-3}$) e **E** é a espessura da camada considerada (cm).

O Nt foi determinado pelo método de Kjeldahl (SILVA, 2009), pela digestão do solo com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio, seguida de destilação a vapor com hidróxido de sódio e titulação do coletado com indicador de ácido bórico e ácido clorídrico.

A relação C:N foi determinada utilizando o programa MSTATC (Michigan State University, versão 2.1), por meio da razão entre os valores obtidos do carbono total e os valores de nitrogênio total.

O estoque de N do solo foi calculado utilizando a expressão:

$$EstN = (Nt \times Ds \times E)$$

em que **EstN** é o estoque de N do solo em determinada profundidade ($mg\ ha^{-1}$); **Nt** é o teor de N ($g\ kg$); **Ds** é a densidade do solo média da profundidade ($kg\ dm^{-3}$), determinada a partir de amostras não deformadas, segundo Blake e Hartge (1986); **E** é a espessura da camada considerada (cm).

A atividade da urease (taxa de hidrólise da ureia) foi determinada pelo método proposto por Kandeler e Gerber (1988), que envolve a quantificação de amônio liberado durante o período de incubação do solo com ureia, sem tolueno. Os teores de amônio foram determinados por colorimetria a 660 nm e expressos em μg de $NH_4-N\ g^{-1}$ solo.

A atividade da arginase (taxa de hidrólise da arginina) foi

determinada por meio do método proposto por Alef e Kleiner (1986). Os teores de amônio foram determinados por colorimetria a 660 nm e expressos em μg de $\text{NH}_4\text{-N g}^{-1}$ solo.

Foi executada a análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR (versão 5.3) (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Os dados encontrados para estoque de carbono orgânico lábil do solo nos diferentes tratamentos estão apresentados na Figura 1. Independentemente da profundidade e do sistema de manejo, os estoques de CO lábil no solo foram alterados significativamente ($p < 0,01$) pela época de amostragem, sendo os valores médios acumulados de 0,66 e 1,20 mg C ha^{-1} nas estações seca e chuvosa, respectivamente. A influência da temperatura e da umidade do solo sobre a ciclagem de carbono tem sido relatada em diversas pesquisas em condições tropicais (COUTINHO et al., 2010). Não foram detectadas diferenças significativas em função dos sistemas de manejo e uso do solo sobre os estoques de carbono orgânico lábil. Entretanto, interação significativa ($p < 0,01$,) foi observada entre sistemas de manejo e época de amostragem, mostrando diferenças entre sistemas de manejo somente na época chuvosa (Figura 1).

Os estoques de carbono mais elevados foram encontrados nos ecossistemas plantados com *Pinus* e eucalipto, 1,45 e 1,36 Mg C ha^{-1} , respectivamente. Também foi observada interação significativa entre a profundidade e o sistema de manejo e uso do solo, sendo observados valores mais elevados na camada 0-40 cm, quando comparados aos obtidos na camada 40-80 cm, para as áreas de cultivo de *Pinus*, na estação chuvosa.

Os dados encontrados para estoque de Nt, nos diferentes tratamentos, em duas profundidades, 0 a 40 (somatório das profundidades 0-10, 10-20 e 20-40) e 40-80 cm, independentemente da época de amostragem, estão apresentados na Figura 2.

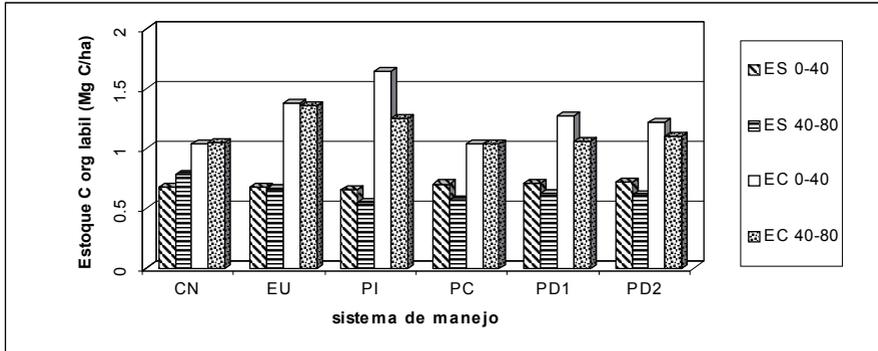


Figura 1. Estoque de carbono orgânico lábil em LVd sob diferentes sistemas de manejo e uso do solo (CN - Cerrado natural; EU - eucalipto; Pi - *Pinus*; PC - plantio convencional; PD1 - plantio direto não irrigado; PD2 - plantio direto irrigado), em duas profundidades (0-40 e 40-80 cm) e duas épocas de amostragem (estação seca - ES; estação chuvosa - EC)

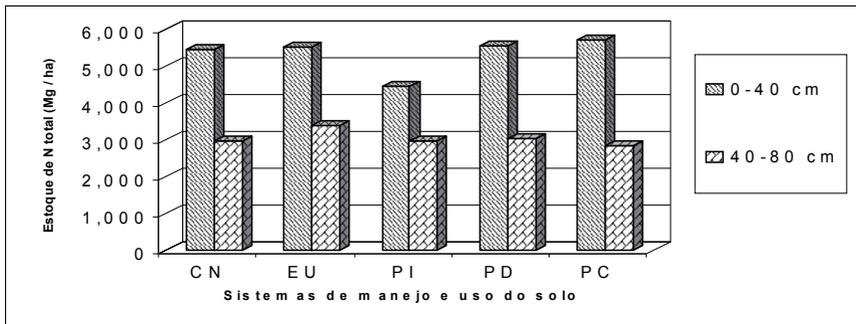


Figura 2. Estoque de nitrogênio total em LVd sob diferentes sistemas de manejo e uso do solo (CN - Cerrado natural; EU - eucalipto; Pi - *Pinus*; PC - plantio convencional; e PD - plantio direto não irrigado), em duas profundidades (0-40 e 40-80 cm). Valores médios de duas épocas de amostragem e três repetições.

De acordo com os resultados da análise estatística, o estoque de N foi alterado significativamente ($p < 0,05$) pelos sistemas de manejo e uso do solo e pela profundidade. Independentemente da profundidade e época de amostragem, menor acúmulo de N total foi observado em florestas de *Pinus*, em relação aos demais sistemas. Foram observadas diferenças significativas no estoque de Nt entre a estação chuvosa e seca. Os valores observados nas amostras variaram de 7,43 a 8,91 Mg N ha⁻¹ no perfil do solo (0-80 cm). Quantidades similares de Nt acumulado no solo têm sido relatadas em solo de Cerrado sob outros ecossistemas (D'ANDREA et al., 2004). A camada superficial, 0-40 cm, apresentou aproximadamente o dobro do estoque de N total em relação ao observado na camada de 40-80 cm, que reflete o maior acúmulo de resíduos vegetais depositado na superfície do solo.

Para atividade da urease (Figura 3), detectaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$), entre época de amostragem, entre profundidades e entre as interações profundidade x manejo e manejo x época de amostragem. Os valores médios nas duas épocas foram 107, 7 e 85,6 $\mu\text{g NH}_4 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ solo para estação chuvosa e seca, respectivamente. A interação profundidade x época mostrou valores mais elevados na camada superficial, 0 a 40 cm, na estação chuvosa. Os fatores avaliados não afetaram a atividade da urease, na época seca. Em relação aos sistemas de manejo e uso do solo, observou-se atividade da enzima sob *Pinus* (162,3 $\mu\text{g NH}_4 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ solo) e Cerrado natural (152,9 $\mu\text{g NH}_4 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ solo) superiores aos valores observados em áreas sob cultivo de eucalipto e PD2, 92,2 e 95,7 $\mu\text{g NH}_4 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ solo, respectivamente. Valores inferiores foram encontrados nas amostras coletadas sob PC e PD1. Atividade elevada da urease sob ecossistemas de Cerrado e florestas de *Pinus* e eucalipto tem sido relatada em outras pesquisas. Isso pode ser explicado, em parte, pela temperatura média elevada e umidade desfavoráveis para o acúmulo de carbono orgânico.

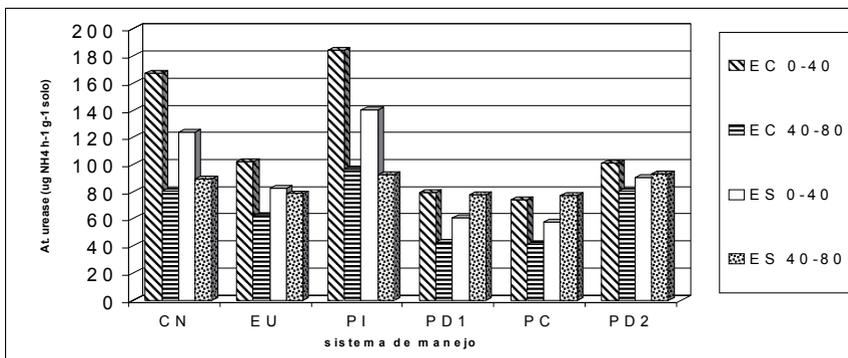


Figura 3. Atividade da urease em LVd sob diferentes sistemas de manejo e uso do solo (CN- Cerrado natural, EU - eucalipto, Pi - *Pinus*, PC - plantio convencional, PD1 - plantio direto não irrigado, PD2 - plantio direto não irrigado), em duas profundidades (0-40 e 40-80 cm) e duas épocas de amostragem (ES - estação seca e EC - estação chuvosa).

Em relação à atividade da arginase (Figura 4), houve efeito significativo entre o sistema de manejo, profundidade e época de amostragem ($p < 0,05$, Tabela-3). A atividade mais elevada foi de $36,58 \mu\text{g NH}_4 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$, encontrada na época chuvosa. A interação entre sistema de manejo e época de amostragem mostrou maior atividade enzimática na estação chuvosa para o Cerrado ($91,17 \mu\text{g NH}_4 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ solo}$).

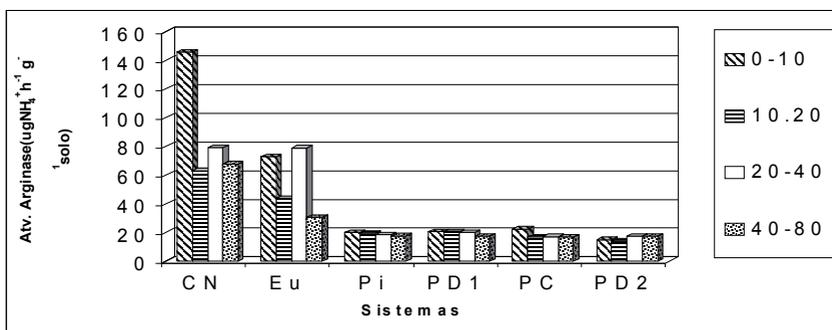


Figura 4. Atividade da arginase em LVd sob diferentes sistemas de manejo e uso do solo (CN- Cerrado natural, EU - eucalipto, Pi - *Pinus*, PC - plantio convencional, PD1 - plantio direto não irrigado, PD2 - plantio direto não irrigado), em quatro profundidades (0-10, 10-20, 20-40 e 40-80 cm) na estação chuvosa.

Conclusões

1. Sistema de manejo e uso do solo e época de amostragem afetaram o estoque de carbono orgânico lábil, nitrogênio total, atividade da urease e da arginase no solo de Cerrado, independentemente da profundidade analisada.
2. Houve maior estoque de carbono orgânico lábil sob cobertura com *Pinus* e eucalipto, em relação ao demais sistemas avaliados
3. Os valores para estoque de carbono lábil foram similares entre os sistemas de PD, plantio convencional e sob cerrado natural
4. Estoque de carbono orgânico lábil e atividade das enzimas urease e arginase apresentaram comportamentos independentes nas amostras de solo, nos diferentes tipos de cobertura vegetal.
5. A atividade microbiana, determinada pela atividade da urease e arginase, foi mais elevada nas amostras de solo sob cerrado natural e eucalipto, em relação aos demais sítios analisados.

Referências

ALEF, K.; KLEINER, D. Arginine ammonification, a simple method to estimate microbial activity potentials in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 233-235, 1986.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 189-197, 2001.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis na matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 677-683, jul. 2004.

BURNS, R. G. Extracellular enzyme-substrate interactions in soil. In: SLATER, J. H.; WHITTENBURY, R.; WIMPENNY, W. T. (Ed.). **Microbes in their natural environments**. Cambridge: Cambridge

University Press, 1983. p. 249-298.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd. ed. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, 1986. p. 363-375. (Agronomy Series, 5).

BLANCO-CANQUI, H.; LAL, R. No-tillage and soil-profile carbon sequestration: an on-farm assessment. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 72, p. 693-701, 2008.

CALEGARI, A. W. L.; HARGROVE, W. L.; RHEINHEIMER, D. D. S.; RALISCH, R.; TESSIER, D.; DE TOURDONNET, S.; GUIMARAES, M. F. Impact of long-term no-tillage and cropping system management on soil organic carbon in an oxisol: a model for sustainability. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, n. 4, p. 1013-1019, 2008.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C.; ALBERQUEQUE, J. A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 317-326, 2004.

CONDIT, R.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Mortality rates of 205 neotropical tree and shrub species and the impact of a severe drought. **Ecological Monographs**, Durham, v. 65, p. 419-439, 1995.

COUTINHO, R. P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; TORRES, A. Q. A.; ANTALIA, C. P. Estoque de carbono e nitrogênio e emissão de N₂O em diferentes usos do solo na Mata Atlântica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 195-203, 2010.

D'ANDREA, A.; SILVA, M. N.; CURI, N. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

DICK, R. P. Soil enzyme assays as indicators of soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 107-124.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. 2. ed. ampl. rev. Lavras: UFLA, 2009. 664 p.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; SANTOS, G. de A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, p. 893-901, 2005.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2001**: synthesis report: summary for policymakers. 2001. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-spm/synthesis-spm-en.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2012.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1981. v. 5, p. 415-471.

KANDELER, E.; GERBER, H. Short term assay of soil urease activity using colorimetric determination ammonium. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 6, p. 68-72, 1988.

KLEIN, D. A.; SORENSEN, D. L.; REDENTE, E. F. Soil enzymes: a predictor of reclamation potential and progress. In: TATE, R. L.; KLEIN, D. A. (Ed.). **Soil reclamation processes**: microbiological analyses and applications. New York: Marcel Dekker, 1985. p. 141-171.

KULINSKA, D.; CAMARGO, V. L. L.; DROZDOWICZ, A. Enzyme activities in "Cerrado" soils in Brazil. **Pedobiologia**, Jena, v. 24, p. 101-107, 1982.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, Washington, v. 304, p. 1623-1627, 2004.

LAL, R.; LOGAN, T. J. Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil management and greenhouse effect**. Boca Raton: Advances in Soil Science: CRC Lewis Publishers, 1995. p. 293-307.

LEIFELD, J. Soils as sources and sinks of greenhouse gases. In: FROSSARD, E.; BLUM, W. E. H.; WARK-ENTIN, B. (Ed.). **Functions of soils for human societies and the environment**. London: Geological Society, 2006. p. 23-44. (Special Publications, 266).

LONGO, R. M.; MELO, W. J. Atividade da urease em latossolos sob influência da cobertura vegetal e da época de amostragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 645-650, 2005.

NANNIPIERI, P.; GREGO, S.; CECCANTI, B. Ecological significance of the biological activity in soils. In: BOLLAG, J. M.; STOTZKY, G. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1990. v. 6, p. 293-355.

PANOSO, L. A.; RAMOS, D. P.; BRANDÃO, M. **Solos do campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo: suas características e classificação no novo sistema brasileiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 5).

PAUSTIAN, K.; ANDRÉN, O.; JANZEN, H. H.; LAL, R.; SMITH, P.; TIESSEN, H.; VAN NOORDWIJK, M.; WOOMER, P. L. Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions.

Soil Use and Management, Oxford, v. 13, p. 230-244, 1997.

POWLSON, D. S.; BROOKS, P. C.; CHRISTENSEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of change in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, p. 159-164, 1987.

SILVA, F. C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

TAYLOR, B. R.; PARKINSON, D.; PARSONS, W. F. J. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosm test. **Ecology**, Tempe, v. 70, p. 97-104, 1989.

VARGAS, L. K. **Composição da comunidade microbiana do solo e sua relação com a disponibilidade de nitrogênio para a cultura do milho**. 2002. 103 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

WILLIAM, G. B.; LAURENCE, W. F.; OLIVEIRA, A. A.; DELAMONICA, P.; GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; POHL, L. Amazonian tree mortality during the 1997 El Niño drought. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 14, p. 1538-1542, 2000.

Embrapa

Milho e Sorgo



Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA