



FERTBIO 2012

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

Efeito Sazonal e Espacial do Quociente Micorbiano Em relação ao Distanciamento do Estipe de *Acrocomia aculeata*

Leandro Costa Limas⁽¹⁾; Douglas Edmilson Silva⁽¹⁾; Lídia Tarchetti Diniz⁽²⁾; Maria Lucrécia Gerosa Ramos⁽³⁾; Ana Paula Reis⁽¹⁾; Lúcio José Vivaldi⁽³⁾; Nilton Tadeu Junqueira⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Estudantes de Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília; E-mail: leandroclimax@gmail.com; dougposter@gmail.com; anareis@gmail.com ⁽²⁾ Doutoranda em Agronomia na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília; E-mail: ltarchetti@gmail.com.br; ⁽³⁾ Professora da Universidade de Brasília-FAV/UnB, Lucrecia@unb.br; Vivaldi@unb.br; ⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Cerrados; Nilton@embrapa.cpac.br.

RESUMO – RESUMO – A macaúba (*Acrocomia aculeata*) é uma alternativa para a produção de biodiesel e, consorciada com pastagem, pode auxiliar na recuperação de áreas degradadas. O objetivo do trabalho foi estudar as alterações no quociente microbiano (qMic) em função da variação sazonal e espacial em um gleissolo sob maciço de macaubeiras nativas, no cerrado. O estudo observacional foi realizado na região de Planaltina de Goiás, na Fazenda Agropecuária Santa Fé. Foram selecionadas dez árvores em uma mata com macaubeiras nativas. A coleta de solo foi realizada na camada de 0 a 10 centímetros de profundidade, sob uma linha horizontal, imaginária, traçada a partir da base do caule das macaubeiras. As amostras de solo foram coletadas a 50; 150 e 250 centímetros de distância do caule da palmeira, durante o verão chuvoso (março de 2010) e inverno seco (julho 2010). Para a avaliação estatística utilizou-se um modelo misto. Em seguida, os dados foram submetidos ao teste F e as médias foram comparadas pelo teste t. O qMIC é sensível à variação sazonal e espacial em mata de macaubeiras no Cerrado.

Palavras-chave: qualidade do solo, macaúba, atributos biológicos, atividade microbiana, agroenergia

INTRODUÇÃO - A macaúba (*Acrocomia aculeata*) apresenta ampla utilidade e mais recentemente seu fruto tem despertado interesse sócio-econômico por sua capacidade de produção de óleo vegetal. Essa palmeira tem a segunda maior produtividade entre as plantas oleaginosas, com produção de 1500 a 5000 kg de óleo por hectare ao ano, tornando-a uma espécie com potencial para a produção de biodiesel, além da produção de óleo vegetal, a macaubeira gera co-produtos que contribuem para o incremento em sua rentabilidade como o carvão vegetal e a torta utilizada na ração animal. Diante do potencial de exploração econômico da macaubeira nas áreas do cerrado é necessária uma abordagem sobre o estudo da qualidade do solo sob esse sistema, para monitorar e controlar possíveis impactos que causem a degradação do solo.

Devido à grande participação do carbono na constituição dos materiais orgânicos, os estudos sobre a dinâmica, caracterização e funções da MOS são realizados, principalmente, por meio do carbono orgânico total. O aporte de resíduos orgânicos e o conhecimento do comportamento de seus compartimentos são importantes para o manejo dos solos tropicais, que em sua maioria apresentam-se altamente intemperizados e ácidos. A matéria orgânica influencia as propriedades físicas, como a agregação (SALTON et al., 2008) e armazenamento de água Resck et al. (2008). A fração particulada da matéria orgânica age como agente cimentante para estabilizar macroagregados e como proteção intra-agregado da própria matéria orgânica (SIX et al., 2002). A matéria orgânica também altera propriedades químicas como a capacidade de troca catiônica (CTC) (REIN; DUXBURY, 2008); e disponibilidade de nutrientes (ASHAGRIE et al., 2007).

Essa pesquisa foi realizada com o objetivo de estudar as alterações no quociente microbiano (qMic) em função da variação sazonal e espacial em um gleissolo sob maciço de macaubeiras nativas, no cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS - O estudo observacional foi realizado na região de Planaltina de Goiás, na Fazenda Agropecuária Santa Fé (S15°20'35'' e W47°34'34''), Goiás, Brasil. Trata-se de um maciço de macaubeiras nativas de ocorrência em formação savânica do bioma Cerrado, com vegetação do tipo palmeiral e subtipo macaubal, próxima à mata de galeria não inundável associada à pastagem. O clima predominante corresponde ao tropical estacional de savana do tipo Aw, conforme classificação de Köppen, com temperatura média anual entre 18 °C e 28,5 °C. A precipitação pluvial média anual é de 1.400 milímetros, concentrada entre os meses de outubro a março. A região apresenta duas estações bem definidas: estação seca e fria durante o inverno e estação chuvosa e quente durante o verão. A altitude é aproximadamente de 1017 metros.

O estudo foi realizado em um Gleissolo, A moderado, fase mata de galeria não inundável em relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). As propriedades

físico-químicas do solo na camada 0 a 20 cm foram: pH = 4,84 ; matéria orgânica (M.O) = 32,3 g kg⁻¹; fósforo = 6,75 mg dm⁻³; potássio = 89,16 mg dm⁻³; cálcio = 2,84 cmol_c dm⁻³; magnésio = 1,54 cmol_c dm⁻³; acidez potencial (H+Al) = 6,10 cmol_c dm⁻³; areia = 423 g kg⁻¹; argila = 327,3 g kg⁻¹ e silte = 249,8 g kg⁻¹, textura média.

Na área com macaubeiras foram selecionadas, ao acaso dentro da mata, dez árvores, vigorosas com aproximadamente 10 metros de altura; isoladas em um raio de três metros da possível interferência de raízes de outras árvores e arbustos. As amostras de solo foram coletadas a 50; 150 e 250 centímetros de distância do estipe das palmeiras. Uma linha horizontal, imaginária, foi traçada a partir da base do caule das macaubeiras e sobre ela foram coletadas cinco subamostras à direita e cinco à esquerda, perpendicularmente a essa linha, totalizando dez subamostras para formar uma amostra composta, contendo aproximadamente 800 gramas de solo, para cada distância.

Foram coletadas amostras da de 0 a 10 centímetros de profundidade, durante o verão chuvoso (março de 2010) e inverno seco (julho 2010). Foram retiradas 60 amostras de solo, sendo 30 amostras em março e 30 em julho. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas em caixa de isopor com gelo até o Laboratório de Microbiologia e Bioquímica do Solo da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (FAV/UnB-DF). Em seguida, uma porção de solo (aproximadamente 50 gramas) de cada amostra foi separada, seca ao ar e tamisada em peneira com malha de abertura de dois milímetros para formar a terra fina seca ao ar (TFSA) e armazenada em coletores plásticos à temperatura ambiente até o momento das análises.

A biomassa microbiana do solo (BMS) foi estimada pelo uso do método clorofórmio-fumigação-extração (CFE), proposto por Vance et al. (1987). O carbono microbiano foi obtido pela diferença entre o carbono extraído das amostras fumigadas e o das amostras não fumigadas multiplicada pelo fator de conversão (K_{EC} = 2,64). Os teores de carbono orgânico foram quantificados pelo método da oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇ 1 N) na presença de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado e posterior titulação com sulfato ferroso amoniacal (Fe(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O 0,5 mol L⁻¹), na presença do indicador difenilamina (0,16 %) segundo descrito no manual de análises de solo EMBRAPA, (1997). Os resultados foram expressos em gramas de carbono por quilograma de solo. A partir dos resultados do carbono microbiano (Cmic) e do carbono orgânico total (Corg), foi calculada a relação entre o carbono microbiano e orgânico (Cmic:Corg), definida como quociente microbiano (qMic), expressa como o percentual de carbono microbiano em relação ao carbono orgânico total do solo. Essa relação fornece dados sobre a eficiência da conversão do carbono orgânico em carbono microbiano Sparling, (1992).

Análises Estatísticas

Para a análise estatística dos dados foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_j + (AE)_{ij} + H_k + (EH)_{jk} + A_i H_k (E_j) + \varepsilon_{ijk}$$

Onde: A_i: efeito da árvore i; E_j: efeito da época j; (AE)_{ij}: efeito da interação árvore * época; H_k: efeito da distância horizontal k; (EH)_{jk}: efeito da interação época * distância horizontal; A_iH_k(E_j): efeito da interação árvore * distância * época e ε_{ijk}: erro aleatório.

Por se tratar de um estudo observacional e não de um experimento, não se conhece a estrutura de variâncias e covariâncias dos dados e por isso foi conduzido um estudo estatístico para se indicar a melhor estrutura. As técnicas para os tratamentos das variáveis observadas estão descritas em Littel et al. (1996). O método de análise de variância foi o de máxima verossimilhança restrita via programa PROC MIXED do software SAS versão 9.1 (SAS, 2008) e as médias foram comparadas pelo teste t (P<0,05).

Optou-se por esse modelo porque ele pode representar o que está ocorrendo com as variáveis observadas na natureza. Para a avaliação do estudo observacional, as árvores foram consideradas como os blocos, e os dados foram observados em duas épocas, e em três distâncias para se estudar o comportamento da matéria orgânica do solo em relação aos efeitos sazonal e espacial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO – O quociente microbiano foi altamente significativos para o efeito sazonal (p<0,0001 (Tabela 1).

Não houve interação entre a época de coleta e o distanciamento em relação ao caule das macaubeiras para o atributo avaliado. Esse comportamento condiz com o modelo do estudo observacional, pois o solo foi coletado em diferentes épocas a determinada distância da base do caule e não era esperado que houvesse interação entre os efeitos fixos (época * distância) (Tabela 1).

No geral, observou-se que o quociente metabólico aumentou na época de menor disponibilidade hídrica (inverno seco) (Tabela 2).

Quociente microbiano (qMic): Nesse estudo a contribuição do carbono da biomassa microbiana para o carbono orgânico total do solo (qMic) foi influenciada pela época de coleta e aumentou 83,5 %; 127,6 % e 96,8, na época seca, respectivamente a 50, 150 e 250 cm da base do caule.

O qMic, em condições normais, varia de 1 a 4 % e valores inferiores a 1 % podem ser atribuídos a algum fator limitante à atividade da biomassa microbiana Jakelaitis et al. (2008). Tem sido sugerido que em torno de 2,2 % expressaria um equilíbrio no solo Jenkinson e Ladd (1981). Os valores obtidos para o estudo na área sob macaúba, durante o inverno seco, foram 2,44 % a 50 cm do caule; 2,64 % a 150 cm e 2,44 % a 250 cm, portanto, a mata de macaubeiras mesmo com reduzida disponibilidade hídrica, não alterou o qMic, que é um indicador da qualidade da matéria orgânica do solo.

A relação Cmic:Corg reflete quanto do C orgânico do solo está imobilizado na biomassa microbiana e mostra o potencial de reserva desse elemento no solo Carneiro et al. (2009).

O quociente microbiano representa o acúmulo de carbono nos microrganismos sem alterações no estoque de carbono do solo Gama-Rodrigues (1997). Esse

comportamento corrobora com o resultado altamente significativo para épocas contrastantes encontrado para essa variável no presente estudo.

Lourente et al. (2011) não verificaram efeito dos sistemas de manejo sobre o qMic, independente do período de avaliação (inverno e verão). Neves et al. (2009) observaram maior valor de qMic, na camada 0-5 cm, em pastagem plantada (7,9 %), apesar de não diferir estatisticamente dos sistemas de cerrado nativo (6,5 %) e floresta plantada de eucalipto (6,4 %). Silva et al. (2010) afirmam que a baixa disponibilidade ou qualidade do substrato orgânico também ocasionam baixos valores de qMic.

CONCLUSÃO – O quociente microbiano é sensível à variação sazonal e espacial em mata de macaubeiras no Cerrado.

REFERÊNCIAS

ASHAGRIE, Y.; ZECH, W.; GUGGENBERGER, G.; MAMO, T. Soil aggregation, and total and particulate organic matter following conversion of native forests to continuous cultivation in Ethiopia. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 94, n. 1, p.101-108, 2007.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D. de; REIS, E.F. dos; PEREIRA, H.S. AZEVEDO, W.R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.33, n.1, p.147-157, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro - CNPS, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação do Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro-CNPS, 1997. 212p.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.da; SANTOS, A.A.dos, VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.38, n.2, p.118-127, 2008.

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. P.415-471.

TABELA 1 - Valores de F da análise de variância para o quociente metabólico, na camada 0 - 10 cm de um gleissolo, em épocas contrastantes a diferentes distâncias em relação ao caule de macaubeiras nativas.

Valores de F e magnitude das significâncias para o quociente metabólico²

| | |
|------------------------|--------------------|
| Época (E) ¹ | 99,90**** |
| Distância (D) | 0,08 ^{ns} |
| E * D | 0,96 ^{ns} |

¹ Efeito fixo: épocas de coleta (verão chuvoso e inverno seco); distâncias em relação ao caule das macaubeiras (50; 150 e 250 cm); interação (época * distância).

² Valores seguidos por: **** e **, mostraram efeitos, significativos a 0,01 (p<0,0001); e 1 (p<0,01); respectivamente; e (ns) não significativo ao nível de 5 % de probabilidade para o teste F.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da & BARROS, N. F. de; Biomassa microbiana de carbono e de nitrogênio de solos sob diferentes coberturas florestais. *R. Bras. Ci. Solo*, 21(3):361-365, 1997.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. *SAS System for Mixed Models*. 2006.

LOURENTE, E.R.P.; MERCANTE, F.M.; ALOVISI, A.M.T.; GOMES, S.F.; GASPARINE, A.S.; NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia*, v.41, n.1, p.20-28, 2011.

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MACEDO, R.L.G.; MOREIRA, F.M. de S., D'ANDRÉA, A.F. Indicadores Biológicos da Qualidade do Solo em Sistemas Agrossilvopastoril no Noroeste do Estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n1, p.105-112, 2009.

REIN, T. A.; DUXBURY, J. M. Modeling the soil organic carbon, texture and mineralogy relations in the profile of oxisols from the Brazilian Cerrado. In: SIMPOSIO NACIONAL CERRADO E II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 9., 2008, Brasília. *Anais... Brasília: Embrapa Cerrados*, 2008. 1 CD ROM.

RESCK, D. V. S.; FERREIRA, E. A. B.; SANTOS JÚNIOR, J. D. G.; SÁ, M. A. C.; FIGUEIREDO, C. C. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Eds). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008b. p. 417-473.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C. *Matéria orgânica do solo na integração lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 58 p. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 29.

SAS Institute, SAS STAT, **Proc Mixed Realease 9.1**, 2003

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S. M.; SÁ, J. C. M.; ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils-effects of no-tillage. *Agronomie*, Davis, v. 22, n. 7-8, p. 755-775, 2002.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Australian Journal of Soil Research*. Victoria, v.30, n.2, p.195-207, 1992.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*. Oxford, v.19, n.6, p. 703-707, 1987.

TABELA 2 - Médias e comparação das diferenças entre as médias dentro de cada distância para o quociente metabólico na camada 0 - 10 cm de um gleissolo sob macaubeiras nativas.

| qMic | Médias a 50 cm do caule ² | | Diferença (V-I) ³ | Médias a 150 cm do caule | | Diferença (V-I) | Médias a 250 cm do caule | | Diferença (V-I) |
|------|--------------------------------------|------|------------------------------|--------------------------|------|------------------------|--------------------------|------|-----------------------|
| | 1,33 | 2,44 | (-1,11) ^{****} | 1,16 | 2,54 | (1,48) ^{****} | 1,24 | 2,44 | (-1,2) ^{***} |
| | | | | | | | | | |

² Médias para a variável dentro das distâncias em relação ao caule das macaubeiras (50; 150 e 250 cm) no verão chuvoso e inverno seco.

³ Diferenças entre as duas médias de cada época (verão chuvoso e inverno seco) em cada distância.

⁴ Valores seguidos por: ^(****), ^(***), mostraram efeitos, significativos para a diferença entre duas médias, a 0,01 ($p < 0,0001$); 0,1 ($p < 0,001$); respectivamente; e (ns) não significativo ao nível de 5 % de probabilidade para o teste t.